



**RECHERCHES ET ETUDES PHYTOSANITAIRES
CONDUITES AU MALI**

RAPPORT DE LA CAMPAGNE 2004

RENOU Alain (CIRAD)

**Partenaires : TOGOLA Mamoutou (IER)
TERETA Idrissa (IER)
BAGAYOKO Boubou (IER)**

SOMMAIRE

ÉTUDE DE LA POSSIBILITÉ D'UN ÉCIMAGE DES COTONNIERS AVEC UNE FORTE DENSITÉ DE PLANTATION AU MALI	4
1 Justification	4
2 Objectifs	4
3 Matériel et méthodes.....	4
3.1 <i>modalités et dispositif statistique</i>	4
3.2 <i>conditions de culture</i>	4
3.3 <i>observations</i>	4
4 Résultats	4
5 Conclusions et discussion	6
CONFIRMATION DE L'INTÉRÊT DE L'ÉTÊTAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS POUR REDUIRE LA DURÉE DE LA PÉRIODE DE PROTECTION AU MALI.....	7
1 Justification	7
2 Objectifs	7
3 Matériel et méthodes.....	7
3.1 <i>modalités et dispositif statistique</i>	7
3.2 <i>conditions de culture</i>	7
3.3 <i>observations</i>	7
4 Résultats	8
5 Conclusions et discussion	9
VERIFICATION EN MILIEU REEL DE L'INTÉRÊT D'UN ÉTÊTAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI.....	10
1 Justification	10
2 Objectifs	10
3 Matériel et méthodes.....	10
3.1 <i>modalités étudiées</i>	10
3.2 <i>dispositif expérimental</i>	10
3.3 <i>observations</i>	10
4 Résultats	11
5 Conclusions et discussion	19
MODULATION DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE POUR LA DENSITÉ DE PLANTATION VULGARISÉE AU MALI	43
1 Justification	43
2 Objectifs	43
3 Matériel et méthodes.....	43
3.1 <i>modalités et dispositif statistique</i>	43
3.2 <i>conditions de culture</i>	43
3.3 <i>observations</i>	44
4 Résultats	44
5 Conclusions et discussion	47
ÉTUDE DE LA PROTECTION PRÉCOCE DES FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI.....	49
1 Justification	49
2 Objectifs	49
3 Matériel et méthodes.....	49
3 1 <i>modalités et dispositif statistique</i>	49
3 2 <i>conditions de culture</i>	49

3 3 observations	49
4 Résultats	50
5 Conclusions et discussion	51
INTÉRÊT DU CARACTÈRE OKRA POUR LES FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI.....	53
1 JUSTIFICATION.....	53
2 OBJECTIFS	53
3 MATERIEL ET METHODES	53
3.1 modalités et dispositif statistique	53
3.2 conditions de culture.....	53
3.3 observations	54
4 Résultats	54
5 Conclusions et discussion.....	64
ADAPTATION DES SEUILS D'INTERVENTIONS CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITÉS DE PLANTATION.....	67
1 Justification	67
2 Objectifs	67
3 Matériel et méthodes.....	67
3.1 modalités et dispositif statistique	67
3.2 conditions de culture.....	67
3.3 observations.....	68
4 Résultats	68
5 Conclusions et discussion.....	70
INTÉRÊTS COMPARÉS DE L'ÉTÊTAGE ET DE L'AUGMENTATION DES DENSITÉS DE PLANTATION EN FONCTION DE LA DATE DE SEMIS EN CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI.....	71
1 Justification	71
2 Objectifs	71
3 Matériel et méthodes.....	71
3.1 modalités comparées et dispositif statistique	71
3.2 conditions de culture.....	72
3.3 observations	72
4 Résultats	72
5 Conclusions et discussion.....	82
ASSOCIATION DE L'ÉTÊTAGE ET D'UNE PLANTE PIÈGE (LE GOMBO) POUR LIMITER LES INFESTATIONS DE CHENILLES CARPOPHAGES EN L'ABSENCE DE PROTECTION INSECTICIDE AU MALI.....	84
1 Justification	84
2 Objectifs	84
3 Matériel et méthodes.....	84
3.1 modalités étudiées et dispositif statistique.....	84
3.2 conditions de culture.....	85
3.3 observations	85
4 Résultats	86
5 Conclusions et discussion.....	89

ÉTUDE DE LA POSSIBILITÉ D'UN ÉCIMAGE DES COTONNIERS AVEC UNE FORTE DENSITÉ DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

Avec une densité normale de plantation, il est apparu sans incidence, compte tenu de la répartition de la production à l'échelle des plants, d'écimer les cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère. Par ailleurs cette pratique autorisait un arrêt plus précoce du programme de protection du fait d'une moins grande attractivité des cotonniers vis-à-vis des chenilles carpophages. Compte tenu d'une production encore plus groupée sur les premiers sites fructifères formés, les avantages d'un écimage plus précoce de cotonniers semés à une densité de plantation élevée méritaient d'être étudiés.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude était d'examiner la possibilité d'un écimage de cotonniers semés à une forte densité de plantation et d'établir les règles de réalisation de cette pratique.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Un seul facteur a été étudié dans un dispositif blocs de Fisher à 12 répétitions. Ce facteur concernait la pratique d'un étêtage et comprenait trois niveaux : NOR = pas d'étêtage, ET1 = étêtage dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère et ET2 étêtage dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère. La parcelle élémentaire était de 10 lignes de 10 mètres semées avec des écartements de 0,4 mètre et une distance entre poquets de 0,3 mètre permettant en gardant 2 plants par poquet au démariage d'avoir une densité de plantation de 16,7 plants/m².

3.2 conditions de culture

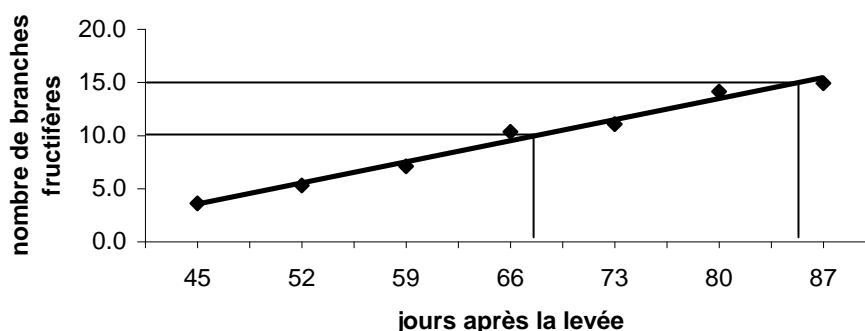
Cette étude a été semée le 10 juin au niveau de la sous-station de Farako. En dehors de la densité de plantation et de la pratique d'un écimage sur certaines parcelles, l'itinéraire technique suivi fut celui vulgarisé. En particulier le programme de protection comprenait 6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL et débutait par l'emploi d'endosulfan à 500 g/ha pour les applications au 45^{ième} et au 59^{ième} JAL suivi de celui d'une association cyfluthrine – chlorpyrifos éthyl 18 -150 g/ha pour les dernières applications.

3.3 observations

Les observations réalisées n'ont porté que sur un suivi de la formation des branches fructifères sur la tige principale, l'examen à la récolte des taux de rétention des organes fructifères situés sur la première position de chacune des 10 premières branches fructifères, la hauteur des cotonniers à la récolte, l'analyse sanitaire de la production et l'estimation des rendements.

4 Résultats

La première date d'écimage s'est située au 67^{ième} JAL et la seconde au 85^{ième} JAL comme le montre la figure 1. Il a fallu en moyenne 3,7 jours pour qu'une nouvelle branche fructifère apparaisse sur la tige principale. La première branche fructifère est apparue au 33^{ième} JAL.

Figure 1 : formation des branches fructifères

Fort logiquement à la récolte, les cotonniers des parcelles écimées dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère sont significativement plus petits que ceux présents dans les autres parcelles (Tableau 1). L'absence d'effet sur la hauteur des cotonniers d'un écimage plus tardif résulte d'une limitation de la formation des branches fructifères dans les conditions de fortes densités de plantation de cette étude (Tableau 1). Par ailleurs on constate que l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère réduit significativement la croissance ultérieure des plants puisque les hauteurs des cotonniers jusqu'à la 10^{ième} branche fructifère sont plus faibles sur les parcelles concernées par cet écimage (Tableau 1). Enfin, les taux de rétentions des organes fructifères situés en première position des 10 premières branches fructifères sont significativement plus faibles lorsque les cotonniers ont été écimés dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère.

Tableau 1 : caractéristiques des plants à la récolte

	hauteur en cm		nombre de branches fructifères	taux de rétention premières positions*
	finale	jusqu'à la 10 ^{ième} BF		
non écimé	76,7 a	63,3 a	13,2 a	64,3 a
écimé dès l'apparition de la 10 ^{ième} BF	52,2 b	52,2 b	9,1 b	52,7 b
écimé dès l'apparition de la 15 ^{ième} BF	76,6 a	62,4 a	12,7 a	66,8 a
F	19,60	9,22	19,43	8,15
signification	0,0	0,1	0,0	0,2
transformation				arcsin √

*uniquement les 10 premières branches fructifères

Si la production de capsules par plant et le taux de capsules entièrement saines n'ont pas été significativement influencés par les modalités étudiées, de grandes différences sont apparues dans les productions de coton graine (Tableau 2). Les parcelles écimées dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère ont significativement produit le plus de coton graine et celles écimées dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère ont été significativement pénalisées en production de coton graine. Ce classement des productions de coton graine est identique à celui des productions de capsules par plant qui n'est toutefois pas significatif.

Tableau 2 : production et caractéristiques de production

	nombre de capsules par plant	taux de capsules entièrement saine	rendement en kg/ha
non écimé	4,3	95,3	1298,7 b
écimé dès l'apparition de la 10 ^{ième} BF	4,1	95,5	908,9 c
écimé dès l'apparition de la 15 ^{ième} BF	4,5	94,9	1658,3 a
F	0,27	0,10	94,82
Signification	76,9	90,4	0,0
Transformation		arcsin $\sqrt{\quad}$	

5 Conclusions et discussion

Comme en 2002, mais cette fois ci pour une densité de plantation double de celle vulgarisée, l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 10^{ième} branche fructifère a été pénalisant et ne peut pas être recommandé. De même comme en 2002 et 2003, l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère n'a eu aucune conséquence sur les performances de production d'une parcelle. Mais ce dernier résultat pourrait apparaître contraire à celui observé en 2004 dans une étude similaire avec une très faible densité de plantation. Cependant, les conditions de cette étude ont été très différentes : le développement des plants à la récolte est apparu bien meilleur tant en taille qu'en nombre de branches fructifères et la densité de plantation a été plus élevée du fait de l'objectif visé dans cette étude. Cette opposition de résultats renforce l'intérêt de préciser les conditions dans lesquelles un écimage raisonné des cotonniers peut être sans incidence sur la production.

Avant de pouvoir envisager une diffusion de la pratique d'un étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne, il conviendrait d'étudier l'influence de cette pratique dans une très grande diversité de situations pour préciser celles dans lesquelles elle présente un intérêt.

CONFIRMATION DE L'INTÉRÊT DE L'ÉTÊTAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS POUR REDUIRE LA DURÉE DE LA PÉRIODE DE PROTECTION AU MALI

1 Justification

Au cours des deux années précédentes l'étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne avec la densité de plantation recommandée s'est révélé sans incidence sur la production de coton graine et même bénéfique en réduisant l'utilisation de pesticides en fin de saison du fait d'une plus faible attractivité des plants de cotonniers étêtés vis-à-vis des chenilles carpophages. Une confirmation de ces résultats s'est révélée alors nécessaire en milieu producteur comme en milieu contrôlé.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de confirmer les résultats obtenus à propos de l'étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne avec la densité de plantation vulgarisée à savoir : l'absence d'incidence sur la production et la possibilité d'arrêter plus tôt le programme de protection.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Deux facteurs ont été étudiés dans un dispositif factoriel à 6 répétitions. Le premier facteur concernait l'étêtage des cotonniers et présentait deux niveaux : niveau 1 = NON = pas d'étêtage et niveau 2 = OUI = étêtage dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère. Le deuxième facteur concernait la protection phytosanitaire et comprenait également deux niveaux : niveau 1 = PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL) et niveau 2 = PVA = arrêt du programme vulgarisé avant le 90^{ième} JAL (soit 4 applications respectivement au 45^{ième}, 59^{ième}, 73^{ième} et 87^{ième} JAL). L'endosulfan à 500 g/ha a été employé pour les applications au 45^{ième} et au 59^{ième} JAL puis ce fut l'association cyfluthrine – chlorpyrifos éthyl 18 150 g/ha. La parcelle élémentaire était de 10 lignes de 10 mètres.

3.2 conditions de culture

Cette étude a été semée le 7 juin sur la sous-station de Farako. En dehors des modalités étudiées l'itinéraire de conduite de la culture fut celui recommandé au développement en particulier en ce qui concerne la fertilisation minérale et la densité de plantation.

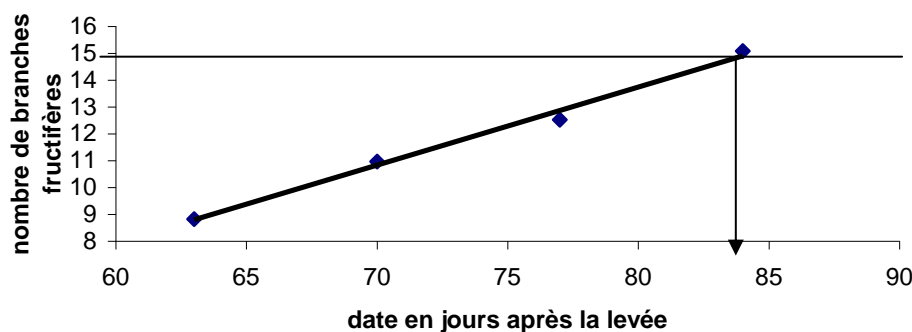
3.3 observations

Les observations réalisées au cours de la campagne ont concerné le suivi de la formation des branches fructifères sur la tige principale, le suivi des infestations de chenilles carpophages, l'examen du développement des plants à la récolte avec leur production de capsules associée aux taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère, l'analyse de la qualité de la production coton graine et l'estimation des rendements.

4 Résultats

L'étêtage des cotonniers a été pratiqué sur les parcelles concernées un peu avant le 85^{ième} JAL comme le montre la figure 1.

Figure 1 : formation des branches fructifères



Aucune chenille carpophage n'a été observée au sein de cette étude. Cette faiblesse des infestations de chenilles carpophages explique les très bons taux de capsules entièrement saines à la récolte et les taux de rétention satisfaisants pour les organes fructifères situés en première position de branche fructifère (Tableau 1). Les cotonniers à la récolte présentaient un faible développement : moins de 55 cm et à peine plus de 10 branches fructifères lorsqu'ils n'étaient pas étêtés (Tableau 1). En conséquence leur production de capsules et les rendements en coton graine sont faibles (Tableau 1).

Tableau 1 : caractéristiques des plants à la récolte et de leurs productions en capsules et en coton graine

	hauteur en cm	nombre de branches fructifères par plant	taux en % de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 10	nombre de capsules par plant	taux en % de capsules entièrement saines	rendement en kg/ha
non étêtés	54,2 a	10,0 a	54,9 a	6,3 a	95,3	340,2 a
Etêtés	45,9 b	8,9 b	51,0 b	4,8 b	95,2	284,8 b
PV	51,6	9,9	53,0	5,6	93,9	378,0 a
PVA	48,5	9,1	52,9	5,5	96,4	247,0 b
F étêtage	7,47	6,34	7,85	6,04	0,01	27,00
signification étêtage	1,5	2,3	1,3	2,5	93,0	0,0
F protection	1,07	3,71	0,01	0,01	1,62	150,84
signification protection	32,0	7,0	92,9	91,7	22,0	0,0
F étêtage x protection	0,79	1,14	5,83	0,15	1,53	0,62
signification étêtage x protection	39,2	30,4	2,8	70,6	23,3	44,9
transformation			arcsin $\sqrt{\quad}$		arcsin $\sqrt{\quad}$	

L'étêtage raisonné des cotonniers a fort logiquement réduit significativement la taille des cotonniers à la récolte et leur nombre de branches fructifères (Tableau 1). A l'inverse des campagnes précédentes, cet étêtage a significativement réduit les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère et par voie de

conséquence le nombre de capsules produites par plant ainsi que le rendement en coton graine (Tableau 1). L'arrêt de la protection avant le 90^{ième} JAL n'a eu d'effet significativement dépressif que sur la production de coton graine alors que les taux de rétention et la production de capsules par plant n'ont pas été affectés (Tableau 1). L'interaction significative entre les deux facteurs étudiés apparue pour les taux de rétention isole surtout les faibles performances des parcelles étêtées qui n'ont reçu que 4 applications insecticides (Tableau 2).

Tableau 2 : résultats de l'interaction significative entre les facteurs étudiés pour les taux de rétention en % des organes fructifères

	taux en % de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 10
PV étêtés	56,5 a
PV non étêtés	53,3 ab
PVA étêtés	49,3 b
PVA non étêtés	52,8 ab

5 Conclusions et discussion

Les résultats de cette année sont à l'inverse de ceux obtenus au cours des campagnes précédentes : l'étêtage des cotonniers a entraîné une baisse significative de la production et l'arrêt précoce de la production s'est révélé pénalisant que les cotonniers aient été ou non étêtés. Cependant par rapport aux campagnes précédentes, il faut souligner le faible niveau des performances de production de cette nouvelle étude (< 400 kg/ha de coton graine) résultant d'un faible développement des plants (hauteur < 60 cm et nombre de branches fructifères de l'ordre de 10 par plant) et probablement d'une densité de plantation extrêmement basse : les stands à la récolte sont en moyenne inférieurs à 4 plants / m² soit moins de la moitié de la densité de plantation recommandée et recherchée dans cette étude.

	densité de plants à la récolte en plants/m ²
PV étêtés	3,20
PV non étêtés	3,82
PVA étêtés	3,20
PVA non étêtés	3,52

Il est possible que cet ensemble de conditions ait été défavorable aux deux pratiques étudiées. En conséquence, tant pour l'écimage raisonné des cotonniers que pour l'arrêt précoce de la protection insecticide, il apparaît nécessaire de préciser les domaines de validité des avantages qui leur ont été attribués au cours des années précédentes.

Avant de pouvoir envisager une diffusion de la pratique d'un étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne associé ou non à un arrêt plus précoce du programme de protection, il conviendrait d'étudier l'influence de ces deux pratiques dans une très grande diversité de situations pour préciser celles dans lesquelles elles présentent un intérêt.

VERIFICATION EN MILIEU REEL DE L'INTÉRÊT D'UN ÉTÊTAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

En milieu contrôlé au cours des campagnes 2002 et 2003, l'étêtage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère s'est révélé sans incidence sur la production de coton graine et a permis de réduire les infestations de chenilles carpophages en fin de campagne. En liaison avec cet avantage phytosanitaire, le programme de protection avait pu être réduit de 2 applications insecticides en 2003 sans la moindre conséquence sur la production.

Ces résultats encourageants méritaient d'être vérifiés en milieu réel dans une diversité de conditions afin de préciser celles dans lesquelles ils peuvent apparaître.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'évaluer dans une diversité de situations en milieu réel les effets d'un étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne sur la diminution des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne, la possibilité de supprimer les deux dernières applications insecticides et l'absence d'incidence sur la production.

Le deuxième objectif fut d'apprécier l'acceptabilité et la faisabilité de ces pratiques par les agriculteurs maliens (recommandation de la réunion de concertation IER CMDT OHVN des 17 au 19 mars 2004 à N'Tarla).

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Trois modalités de conduite de la culture cotonnière ont été comparées (Tableau 1). L'étêtage des cotonniers a été pratiqué dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère. Les matières actives insecticides et leurs doses d'utilisation à chaque date d'intervention ont respecté les consignes données par le Développement

Tableau 1 : Modalités de l'étude (objets)

étêtage		dates des interventions insecticides en jours après la levée					
A	non étêtés	45	59	73	87	101	115
B	étêtés	45	59	73	87	101	115
C	étêtés	45	59	73	87		

3.2 dispositif expérimental

Deux villages ont été sélectionnés dans la région de Sikasso : Niagansoni et Badabala. Au sein de chaque village 12 champs paysans ont été retenus. A l'intérieur de chaque champ, les trois modalités de l'étude ont été comparées dans un dispositif en blocs dispersés à 3 répétitions. Un tirage aléatoire indépendant a été réalisé pour chaque champ pour permettre des analyses de regroupement. La parcelle élémentaire comprenait 18 lignes de 15 mètres. Pour les parcelles élémentaires dont les cotonniers devaient être étêtés seuls ceux présents sur les 12 lignes centrales ont été concernés par cette opération.

3.3 observations

Les observations réalisées ont concerné : le suivi de la formation des branches fructifères, la durée de la pratique de l'étêtage, l'examen périodique des abscissions d'organes fructifères, la dynamique des chenilles carpophages, la densité de plants, l'écartement entre les lignes de cotonniers, les caractéristiques de développement fructifère et végétatif des plants à la récolte et la production de coton graine (rendement, répartition à l'échelle des plants et qualité). Parallèlement une enquête a été conduite auprès des paysans concernés par cette opération pour recueillir leurs appréciations à propos de l'écimage des cotonniers en cours de campagne.

4 Résultats

Semis de cotonniers

A Badabala (annexe 1) les champs de cotonniers ont été semés soit entre 5 et le 7 juin (6 parcelles) soit entre le 10 et le 14 juillet (6 parcelles). Pour les champs semés le plus tôt un re-semis a été nécessaire car le premier semis n'a permis d'atteindre que 1,8 poquet / m². Ce re-semis a été réalisé du 10 au 14 juillet et a permis d'avoir 2,6 poquets / m². Cette densité de poquets a presque été obtenue (2,5 poquets / m²) sans re-semis dans les champs semés tardivement.

A Niagansoni (annexe 2), tous les champs ont été semés une première fois entre le 25 mai et le 4 juin. Ce premier semis a permis d'obtenir en moyenne 2,5 poquets / m². Un re-semis a alors été réalisé entre le 13 et le 29 juin suivant les champs pour obtenir une densité finale en moyenne de 3,0 poquets / m².

Itinéraire technique

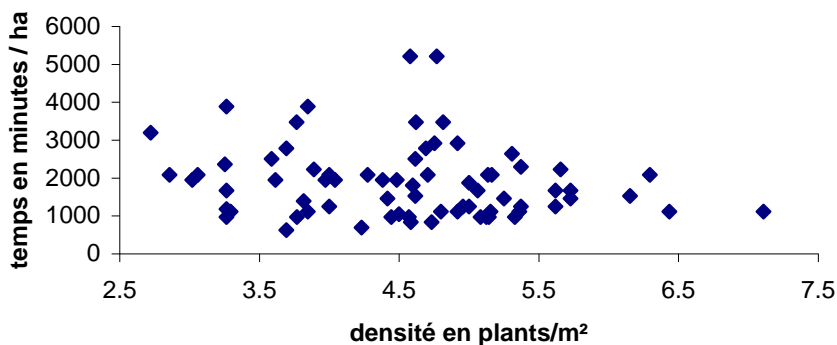
A Badabala (annexe 3), le démariage a été réalisé tardivement pour les champs semés le plus tôt (en moyenne au 32^{ième} JAS contre le 12^{ième} JAS). Il en est de même pour le buttage (en moyenne au 53^{ième} JAS contre le 38^{ième} JAS), l'apport d'engrais complet (en moyenne au 39^{ième} JAS contre le 16^{ième} JAS) et l'apport d'urée (en moyenne au 48^{ième} JAS contre le 16^{ième} JAS). Les champs semés le plus tôt ont tous été sarclés 3 fois (en moyenne au 11^{ième}, 43^{ième} et 81^{ième} JAS) alors que les autres champs ne l'ont été souvent que 2 fois (en moyenne au 10^{ième} et 30^{ième} JAS). En moyenne les champs semés tôt non pas reçu plus de traitements (5,2 traitements) que les champs semés tardivement et aucun champ n'a été protégé moins de 4 fois. Par contre le démarrage des applications foliaires a été de 17 à 18 jours plus tardive, par rapport au développement de la plante sur les champs semés le plus tôt (en moyenne le premier traitement a été réalisé au 50^{ième} JAS pour les semis précoces contre le 32^{ième} JAS pour les semis tardifs). Enfin on doit souligner que les agriculteurs de ce village respectent de façon très satisfaisante l'intervalle de temps entre deux applications.

A Niagansoni (annexe 4), on observe, par rapport au développement de la plante, une grande variabilité dans les dates des interventions des agriculteurs au sein de leurs champs qu'il s'agisse du démariage (écart maximal de 31 jours), du buttage (écart maximal de 33 jours), de l'apport d'engrais minéraux (écart maximal de 11 jours pour le complexe coton et de 15 jours pour l'urée), des sarclages (écart maximal de 29 à 45 jours selon les sarclages) et des traitements insecticides (écart maximal de 18 à 22 jours selon les traitements). A l'exception d'un seul champ qui en reçut 5, tous les champs n'ont reçu que 4 applications insecticides. A l'inverse de Badalaba, la régularité des interventions insecticides n'a pratiquement pas été respectée à Niagansoni.

Étêtage des cotonniers

A Badabala la plupart des parcelles élémentaires concernées par cette opération ont été étêtées entre le 70^{ième} et le 78^{ième} JAS, mais dans deux champs l'écimage des cotonniers fut plus tardif (84^{ième} et 89^{ième} JAS). Malgré des densités de plantation très variables, le temps consacré à l'étêtage des cotonniers semble indépendant du nombre de plants devant subir cette opération (Figure 1).

Figure 1 : liaison entre durée de l'étêtage et la densité de plants



Le nombre de personnes réalisant cette opération est sans influence sur sa durée globale ($r^2 = 0,059$). Il aurait fallu en moyenne une personne pendant 1883 minutes pour étêter une parcelle d'un hectare mais cette valeur masque une très grande variabilité : de 625 à 5208 minutes toujours pour une seule personne. Toutefois pour 75 % des cas le temps nécessaire pour qu'une personne étête seule un hectare serait de 2222 minutes soit 37 heures ou 7 journées de travail bien remplies pour une personne.

Les agriculteurs de ce village avaient déjà, dans un passé assez lointain, pratiqué des étêtages de cotonniers en cours de campagne. Ils ont ensuite progressivement abandonné cette pratique en liaison avec les changements de variétés cultivées. Il n'est donc pas étonnant que l'accueil de cette pratique par ces agriculteurs fut dans l'ensemble bonne : 58,3 % d'entre eux l'ont jugé utile sans réserve les autres étant indifférents et/ou estimant qu'elle n'avait pas d'effet. Sa date de réalisation a dans l'ensemble été jugée normale (58,3 % des réponses) mais beaucoup d'agriculteurs étaient indifférents et deux ont estimé qu'elle était trop tardive alors qu'ils l'avaient pratiquée respectivement au 75^{ième} et 76^{ième} JAS. La règle de décision pour la réalisation de l'étêtage des cotonniers a été jugée facile pour 58,3 % des réponses et aucun agriculteur ne l'a trouvée compliquée. Le geste d'étêtage a été jugé simple à réaliser par 83,3 % des agriculteurs, les autres étant indifférents. Enfin, les agriculteurs ont jugé rapide la réalisation de l'étêtage mais 4 agriculteurs (33,3 %) ont trouvé cette opération contraignante.

A Niagansoni les parcelles élémentaires concernées par l'étêtage l'ont été entre 66^{ième} et le 85^{ième} JAS (en moyenne au 76^{ième} JAS). Malgré des densités de plantation variables cette caractéristique, comme à Badabala, a été sans influence sur la durée de l'étêtage (Figure 2). Comme à Badabala le nombre de personnes impliquées ne change pas la durée de l'étêtage ramenée à une seule personne mais par contre semble la stabiliser lorsqu'il augmente (Figure 3).

Figure 2 : liaison entre durée de l'étêtage et la densité de plants

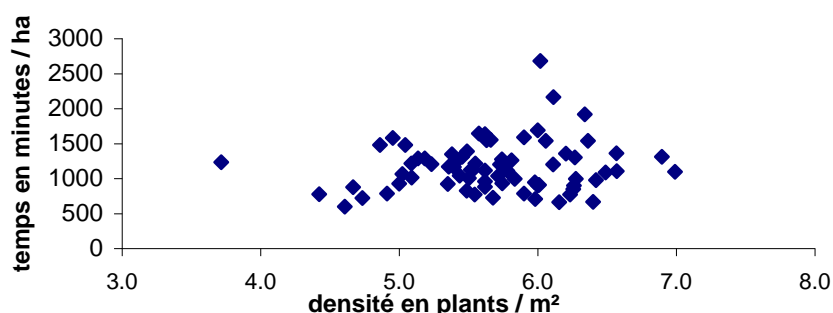
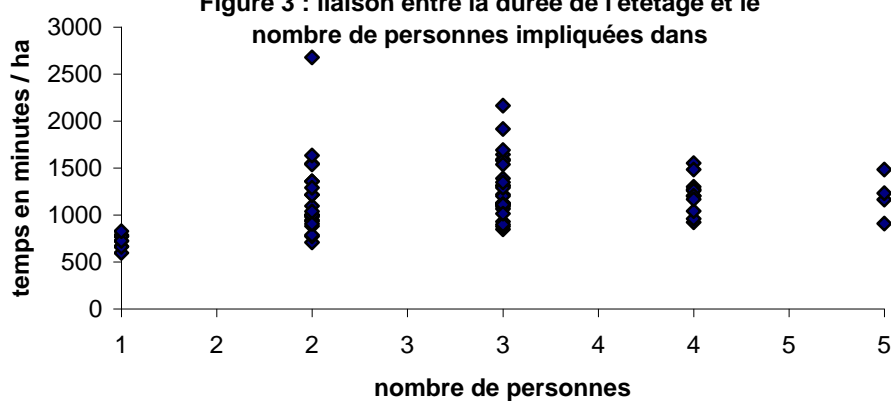


Figure 3 : liaison entre la durée de l'étêtage et le nombre de personnes impliquées dans



L'étêtage des cotonniers a pris beaucoup moins de temps à Niagansoni qu'à Badabala : en moyenne 1167 minutes / ha pour une personne. Ce résultat moyen masque une grande variabilité qui est toutefois moins importante qu'à Badabala. Pour 75 % des cas le temps nécessaire à cette opération a été de 1321 minutes soit 22 heures ou 5 journées pleines de travail pour une personne.

L'accueil de cette innovation par les agriculteurs de Niagansoni a été très bonne puisque que tous l'ont jugé rapide, simple à réaliser et de mise en œuvre aisée (règle de décision). Par contre aucun agriculteur ne s'est prononcé au moment de la réalisation de l'étêtage sur son intérêt alors que sur sa date de réalisation tous ont donné une appréciation : 25 % l'ont jugé trop précoce, 25 % l'ont jugé trop tardive et 50 % ont estimé qu'il avait été fait à bonne date. Ces appréciations sont en moyenne bien corrélées avec les dates moyennes de réalisation : 70^{ième} JAS pour les agriculteurs l'ayant jugé trop précoce, 76^{ième} JAS pour ceux l'ayant jugé normale et 82^{ième} JAS pour ceux l'ayant jugé trop tardive.

Observations

Les résultats des analyses statistiques par champ paysan des différentes observations réalisées sont présentés dans les annexes 5 à 38. Les résultats des analyses de regroupement par village et pour l'ensemble des deux villages sont présentés ci-après. Pour une interprétation plus aisée et plus complète de certains résultats, deux contrastes ont été réalisés (Tableau 2). Le premier contraste permet d'apprécier l'intérêt de l'étêtage d'une manière globale, le second l'effet de la réduction du programme de protection lorsque les cotonniers sont étêtés et le troisième (non orthogonal car supplémentaire) compare l'étêtage avec une réduction du programme de protection et la conduite vulgarisée.

Tableau 2 : coefficients des contrastes utilisés

contraste	modalités de l'étude		
	A	B	C
1	2	-1	-1
2	0	1	-1
3	1	0	-1

Dans les tableaux, les résultats de ces contrastes sont présentés ainsi : + < (> ou =) selon que la moyenne des objets affectés du signe positif pondérée par la valeur de leurs coefficients est inférieure (supérieure ou égale) à la moyenne des objets affectés du signe négatif pondérée par la valeur de leurs coefficients, suivi de la signification en % du contraste.

Les populations de chenilles carpophages dénombrées après étêtage ont été plus de 4 fois plus élevées à Badabala qu'à Niagansoni, mais dans les deux sites elles ont été très nettement dominées par *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis watersi* (Rotschild) occupant le second rôle (Tableau 3). Les dynamiques de ces populations de ravageurs ne peuvent être présentées car les dates des observations dans chaque champ, fonction de la date d'étêtage des cotonniers, ont été très différentes.

Tableau 3 : caractéristiques des populations de chenilles carpophages

	populations par observation pour 100 plants	importance relative des espèces en %		
		<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i>
Niagansoni	1,7	54,9	27,1	18,1
Badabala	8,4	69,4	21,1	9,5

Sur l'ensemble des deux lieux les infestations de chenilles carpophages ont été significativement plus faibles dans les parcelles où les cotonniers ont été écimés. Mais une interaction significative avec les champs est apparue (Tableau 4). La diminution des infestations à la suite d'un étêtage des cotonniers reste significative pour l'ensemble des champs de Badabala mais elle ne l'est pas pour l'ensemble des champs de Niagansoni probablement en raison d'infestations moyennes trop faibles (Tableau 4). Les analyses de regroupement par village ne font pas apparaître d'interaction significative preuve que celle apparue en considérant l'ensemble des deux villages est probablement due aux niveaux très différents des infestations de chenilles carpophages. Dans aucune des analyses entreprises la réduction du programme de protection lorsque les cotonniers étaient étêtés ne s'est accompagnée d'effet négatif et significatif sur les infestations de chenilles carpophages.

Tableau 4 : effet des modalités étudiées
sur les infestations de chenilles carpophages
nombre moyen pour 100 plants et par observation

	Badabala	Niagansoni	ensemble
A	11,9 b	2,3	7,1 b
B	6,7 a	1,4	4,1 a
C	6,5 a	1,4	3,9 a
F pratiques	62,26	0,89	18,09
signification pratiques	0,0	42,8	0,0
F pratiques x champs	0,65	1,55	1,68
signification pratiques x champs	86,5	10,3	1,7
nombre de champs	12	12	24

Conséquence des différences de niveau d'infestations en chenilles carpophages les abscissions d'organes fructifères qui leur sont attribuables ont été considérablement plus élevées à Badabala qu'à Niagansoni. Toutefois sans aucune interaction significative avec les champs paysans, l'étêtage a réduit de manière significative l'importance des abscissions dues aux chenilles carpophages dans les deux villages et dans l'ensemble des deux villages (Tableau 5). Si globalement on ne note pas d'effet significatif de la réduction du programme de protection lorsque les cotonniers sont écimés, on doit cependant signaler qu'à Niagansoni la réduction du programme de protection a diminué l'ampleur de l'effet de l'écimage sur les dégâts attribuables aux chenilles carpophages (Tableau 5).

Tableau 5 : effet des modalités sur les abscissions dues aux chenilles carpophages
par observation pour 100 m²

	Badabala	Niagansoni	ensemble
A	79,6 b	4,0 b	41,8 b
B	72,0 a	1,1 a	36,6 a
C	73,3 a	3,0 ab	38,2 a
F pratiques	10,46	3,70	11,82
signification pratiques	0,1	4,0	0,0
F pratiques x champs	1,08	0,64	1,03
signification pratiques x champs	39,9	86,8	43,6
nombre de champs	12	12	24

S'agissant probablement d'une caractéristique variétale, on ne note pas d'effet des modalités étudiées dans le numéro du nœud de la première branche fructifère (Tableau 6). Entre champs de faibles différences existent pour cette caractéristique à l'exception de 3 d'entre eux à Niagansoni qui présentent des valeurs nettement plus élevées que la moyenne (annexe 10). On peut suspecter alors qu'une variété différente y a été semée car il y a peu de différence entre les dates de semis des parcelles. Dans le développement des plants à la récolte on ne note pas d'effet des modalités étudiées sur la taille (Tableau 6) et sur le nombre de branches végétatives apparues (Tableau 7) par contre les cotonniers écimés ayant connu une réduction de protection en fin de campagne ont formé significativement (à Niagansoni et sur l'ensemble des deux lieux) moins de nœuds sur la tige principale que les deux autres modalités étudiées (Tableau 7). Cette différence est toutefois très faible (inférieure à 0,5 nœud).

Tableau 6 : effets des modalités sur le numéro du nœud de la première branche fructifère et la taille des cotonniers

	numéro du nœud de BF1			hauteur en cm		
	Badabala	Niagansoni	ensemble	Badabala	Niagansoni	ensemble
A	5,4	5,5	5,5	101,7	109,3	105,6
B	5,5	5,6	5,5	102,4	108,4	105,5
C	5,4	5,6	5,5	104,0	106,0	105,1
F pratiques	0,24	0,16	0,23	2,35	1,76	0,15
signification pratiques	78,9	85,6	79,8	11,9	19,4	86,3
F pratiques x champs	1,17	0,99	1,01	2,05	1,20	1,49
signification pratiques x champs	32,4	49,1	47,6	2,4	29,2	5,5
nombre de champs	11	12	23	11	12	23

Tableau 7 : effet des modalités sur le nombre de branches végétatives par plant et le nombre de nœuds de la tige principale

	nombre de branches végétatives par plant			nombre de nœuds sur la tige principale		
	Badabala	Niagansoni	ensemble	Badabala	Niagansoni	ensemble
A	0,9	0,8	0,9	19,6	18,1 a	18,8 a
B	1,0	0,9	0,9	19,7	18,0 a	18,8 a
C	1,0	0,8	0,9	19,6	17,6 b	18,5 b
F pratiques	1,24	1,12	2,18	1,54	6,75	6,30
signification pratiques	31,0	34,7	12,3	23,8	0,5	0,4
F pratiques x champs	1,02	1,57	1,22	1,81	0,87	1,14
signification pratiques x champs	45,8	9,7	21,1	5,1	62,9	29,6
nombre de champs	11	12	23	11	12	23

Pour les positions fructifères apparues sur les branches fructifères dont le nombre n'est pas influencé par les modalités étudiées (Tableau 8 et annexes 39 et 40), les taux de rétention à la récolte ne sont pas très différents entre les villages mais ils sont beaucoup plus homogènes à Niagansoni qu'à Badabala (annexes 17 et 18). Aucun effet significatif des modalités étudiées n'est apparu dans les analyses de regroupement par village ou pour l'ensemble des deux villages (Tableau 9). D'ailleurs un seul effet significatif à été noté dans un champ à Badabala (annexe 17). On observe des taux de rétention nettement plus élevés à Badabala qu'à Niagansoni lorsque l'on considère uniquement les premières positions des 10 premières branches fructifères (annexes 19 à 22). Aucune analyse statistique n'a été entreprise pour ces taux de rétention car à Badabala elles n'étaient pas toujours possibles (résidus tous nuls) pour certains champs (pour les champs 2 et 9). Toutefois au regard des valeurs moyennes par village ou sur l'ensemble des deux villages l'absence d'effet marqué des modalités étudiées sur ces taux de rétention est très probable (Tableau 9).

Tableau 8 : effets des modalités étudiées sur le nombre de positions fructifères apparues sur les branches fructifères par plant

	Badabala	Niagansoni	deux lieux
A	38,1	30,6	34,2
B	38,9	30,6	34,6
C	38,2	30,1	33,9
F pratiques	0,96	0,59	1,10
Signification pratiques	40,1	56,9	34,1
F pratiques x champs	1,14	2,04	1,41
Signification pratiques x champs	34,8	2,0	8,4
Nombre de champs	11	12	23

Tableau 9 : effets des modalités sur les taux de rétention des organes fructifères apparus sur les branches fructifères

	Badabala	Niagansoni	ensemble
A	46,0	52,4	49,3
B	44,7	53,5	49,3
C	45,2	53,3	49,4
F pratiques	0,87	0,47	0,02
signification pratiques	43,7	63,7	98,1
F pratiques x champs	1,05	1,19	1,14
signification pratiques x champs	42,6	30,4	29,0
nombre de champs	11	12	23
transformation	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$

La qualité du coton graine produit est, dans les deux villages, très satisfaisante puisqu'en moyenne plus de 80 % des capsules produites sont entièrement saines. Aucun effet des modalités étudiées n'apparaît sur cette caractéristique de la production presque quel que soit le niveau de l'analyse (Tableau 10 et annexes 25 et 26) : dans seulement deux parcelles à Badabala un avantage significatif est apparu pour la modalité B (cotonniers étêtés sans réduction du programme de protection).

Tableau 10 : effets des modalités étudiées sur les taux de capsules entièrement saines

	Badabala	Niagansoni	deux lieux
A	86,0	82,6	84,3
B	86,4	80,7	83,5
C	85,9	81,4	83,6
F pratiques	0,12	0,87	0,39
Signification pratiques	88,4	43,5	68,3
F pratiques x champs	2,56	1,87	2,06
Signification pratiques x champs	0,5	3,6	0,2
Nombre de champs	11	12	23
Transformation	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$

Dans les analyses de regroupement on observe toujours une interaction significative quel que soit le niveau de regroupement (Tableau 10). Cette interaction pourrait être due au fait que les seules différences significatives apparues en faveur de la modalité B à Badabala correspondent aux champs ayant les meilleurs taux moyens de capsules entièrement saines (annexe 25).

Dans la répartition de la production à l'échelle du plant on observe dans les deux villages la grande importance des capsules situées sur les branches fructifères en dehors de la première position de chacune d'elle (annexes 33 et 34). La part jouée dans la production des capsules situées en première position des branches fructifères 1 à 5 est en moyenne plus élevée à Badabala qu'à Niagansoni alors que l'inverse est noté pour les capsules issues des premières positions des cinq branches fructifères suivantes (annexes 27 à 30). Enfin, malgré un nombre de branches végétatives comparable par plant, pratiquement aucune production n'en provient à Badabala (annexe 35) alors qu'à Niagansoni les capsules portées par ces branches contribuent en moyenne à 8 % (annexe 36) de la production.

Dans les analyses par champs (annexes 27 à 36) on n'observe que très rarement des effets des modalités étudiées sur la répartition de la production à l'échelle du plant. En conséquence dans les analyses de regroupement quel que soit le niveau de regroupement aucun effet des modalités étudiées n'est observé (Tableaux 11 et 12)

Tableau 11 : effet des modalités étudiées sur part jouée
par les premières positions des branches fructifères 1 à 10

	premières positions des					
	branches fructifères 1 à 5			branches fructifères 6 à 10		
	Badabala	Niagansoni	deux lieux	Badabala	Niagansoni	deux lieux
A	24,9	17,5	20,9	20,2	18,7	19,4
B	24,3	17,2	20,5	18,5	18,3	18,4
C	24,1	17,5	20,6	18,9	18,4	18,6
F pratiques	0,23	0,07	0,20	2,31	0,20	2,03
Signification pratiques	79,7	92,8	82,5	12,3	82,0	14,1
F pratiques x champs	1,87	1,30	1,46	0,94	1,15	1,02
Signification pratiques x champs	4,2	22,0	6,4	54,0	33,6	46,2
nombre de champs	11	12	23	11	12	23
Transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

Tableau 12 : effet des modalités étudiées sur part jouée
par les premières positions des branches fructifères 11 à 15 et toutes les positions des
branches fructifères autres que les premières

	premières positions des branches fructifères 11 à 15			autres positions de toutes les branches fructifères		
	Badabala	Niagansoni	deux lieux	Badabala	Niagansoni	deux lieux
A	12,4	9,3	10,7	40,4	45,3	42,9
B	11,8	8,9	10,2	42,4	46,0	44,3
C	11,8	9,1	10,4	41,6	46,3	44,0
F pratiques	0,85	0,20	0,89	0,27	0,24	0,45
Signification pratiques	44,7	81,8	42,1	77,1	79,2	64,7
F pratiques x champs	1,01	0,89	0,90	1,95	1,19	1,61
Signification pratiques x champs	47,3	60,6	64,2	3,3	30,2	2,8
nombre de champs	11	12	23	11	12	23
Transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

Les niveaux de production sont en moyenne plus élevés à Niagansoni qu'à Badabala probablement en raison de dates de semis plus précoces (annexes 37 et 38). Aucune différence significative n'est apparue entre les modalités étudiées dans les analyses par champ à Badabala (annexe 37) et il en est de même dans l'analyse de regroupement concernant ce lieu (Tableau 13). Toutefois la modalité C (cotonniers écimés et réduction du

programme de protection) offre les moins bonnes performances et cela de manière significative à 8,0 % par rapport à la modalité B (cotonniers écimés sans réduction du programme de protection) comme le montre le deuxième contraste. A Niagansoni, alors que des différences significatives apparues dans deux champs en défaveur de l'étêtage surtout lorsque la protection est réduite (annexe 38), dans l'analyse de regroupement aucune différence significative n'est mise en évidence entre les modalités étudiées même par les contrastes mis en œuvre (tableau 13). En regroupant les résultats des deux lieux, des différences significatives apparaissent entre les modalités étudiées mais le test de Newman Keuls ne permet pas de les distinguer. Ce résultat provient essentiellement des performances de la modalité C (cotonniers écimés et réduction du programme de protection) qui produit significativement moins que la modalité B (cotonniers écimés sans réduction du programme de protection) à 2,2 % selon le deuxième contraste et que la modalité A à 4,1 %.

Tableau 13 : effets des modalités étudiées sur les productions en kg/ha

	Badabala	Niagansoni	deux lieux
A	1396,1	1894,9	1656,3 a
B	1463,3	1867,3	1674,1 a
C	1290,2	1734,1	1521,8 a
F pratiques	1,69	1,78	3,32
Signification pratiques	20,9	19,1	4,4
F pratiques x champs	0,84	1,30	0,99
Signification pratiques x champs	66,1	21,7	49,6
Nombre de champs	11	12	23
Contraste N° 1	+ > - 81,0	+ > - 24,4	+ > - 30,3
Contraste N° 2	+ > - 8,0	+ > - 15,5	+ > - 2,2
Contraste N° 3	+ > - 27,8	+ > - 8,8	+ > - 4,1

5 Conclusions et discussion

Sur le plan technique, les effets de l'étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne sur les infestations de chenilles carpophages en fin de campagne et les abscissions qui leur sont attribuables ont été retrouvés de manière significative. Par contre cet avantage n'a pas autorisé la réduction du nombre d'applications habituellement réalisées bien que l'étêtage, en conservant le nombre d'applications habituellement réalisées, soit apparu sans incidence sur la production de coton graine.

Ce résultat ne peut être expliqué par les observations réalisées car le nombre de positions fructifères apparues sur les branches fructifères par plant, les taux de rétention des organes fructifères sur ces positions et les taux de capsules entièrement saines n'ont pas été influencés par les modalités étudiées.

Ce résultat apparaît alors contraire à ce qui fut obtenu au niveau de la sous station de Farako en 2003 puisque la suppression des deux dernières applications était apparue possible à la suite d'un étêtage raisonné des cotonniers. Les effets de l'étêtage sur les infestations de chenilles carpophages en milieu producteur n'ont peut être pas été suffisants pour permettre une telle réduction du programme de protection et une réduction moins importante du nombre d'applications aurait peut être été sans incidence. Cependant d'autres facteurs pourraient expliquer cette différence de résultat. En effet, sur la sous station de Farako l'essentiel de la production des cotonniers provenait des premières positions des dix premières branches fructifères alors qu'en milieu producteur, dans ces deux villages et au cours de cette campagne, ces positions ont joué un rôle beaucoup plus faible dans la production (inférieur à 50 %). Cette répartition différente de la production pourrait avoir pour origine la faible densité de plantation observée en milieu producteur (en moyenne inférieur à

5,7 plants / m² pour 75 % des parcelles alors que la densité recommandée est de 8,3 plants / m²).

Cette pratique de l'étêtage des cotonniers en cours de campagne est dans l'ensemble bien acceptée par les producteurs, certains l'ayant d'ailleurs appliquée par le passé. Le geste et la règle de décision leur sont apparus simple. Le temps nécessaire pour la réaliser ne leur est pas apparu important mais sur la base de leurs réalisations une personne devrait y consacrer 5 à 7 jours par hectare. Pour que cette pratique soit rentable au niveau d'un producteur, il faudrait qu'elle permette d'économiser entre 5 000 et 7 000 F CFA / ha (sur la base de 1 000 F CFA par journée de travail) soit plus d'une application phytosanitaire ce que les résultats de cette campagne ne semblent pas autoriser.

Tous les objectifs assignés à cette étude n'ayant pas été en totalité atteints il conviendrait de la renouveler en 2005 et de l'étendre à un plus grand nombre d'agriculteurs. Parallèlement il serait judicieux de concevoir une étude en milieu contrôlé pour déterminer les situations dans lesquelles tous les effets bénéfiques (surtout la réduction du programme de protection) attendus d'un étêtage raisonné des cotonniers peuvent être obtenus. Puis, avec quelques agriculteurs, la faisabilité de la pratique de l'étêtage pourrait être appréciée sur des surfaces plus importantes qu'en 2004.

annexe 1 : caractéristiques de la levée à Badabala

champ		date semis	05-juin	21-juin
	1	nb poquets / 15 m	23	14
		% de semis	62,2	37,8
		date	10-juil	
	2	nb poquets / 15 m	29	
		% de levée	100,0	
		date	05-juin	11-juil
	3	nb poquets / 15 m	17	4
		% de levée	81,0	19,0
		date	05-juin	10-juil
	4	nb poquets / 15 m	25	11
		% de levée	69,4	30,6
		date	06-juin	11-juil
	5	nb poquets / 15 m	23	10
		% de levée	69,7	30,3
		date	07-juin	05-juil
	6	nb poquets / 15 m	24	6
		% de levée	80,0	20,0
		date	07-juin	04-juil
	7	nb poquets / 15 m	21	7
		% de levée	75,0	25,0
		date	13-juil	
	8	nb poquets / 15 m	29	
		% de levée	100,0	
		date	11-juil	
	9	nb poquets / 15 m	30	
		% de levée	100,0	
		date	13-juil	
	10	nb poquets / 15 m	26	
		% de levée	100,0	
		date	14-juil	
	11	nb poquets / 15 m	30	
		% de levée	100,0	
		date	11-juil	
	12	nb poquets / 15 m	34	
		% de levée	100,0	

annexe 2 : caractéristiques de la levée à Niagansoni

champ	1	date semis	02-juin	19-juin
		nb poquets / 15 m	35	4
		% de semis	89.7	10.3
	2	date	04-juin	20-juin
		nb poquets / 15 m	30	8
		% de levée	78.9	21.1
	3	date	03-juin	17-juin
		nb poquets / 15 m	29	6
		% de levée	82.9	17.1
	4	date	02-juin	24-juin
		nb poquets / 15 m	28	3
		% de levée	90.3	9.7
	5	date	03-juin	15-juin
		nb poquets / 15 m	27	7
		% de levée	79.4	20.6
	6	date	02-juin	29-juin
		nb poquets / 15 m	31	7
		% de levée	81.6	18.4
	7	date	02-juin	19-juin
		nb poquets / 15 m	26	8
		% de levée	76.5	23.5
	8	date	25-mai	13-juin
		nb poquets / 15 m	32	11
		% de levée	74.4	25.6
	9	date	27-mai	16-juin
		nb poquets / 15 m	25	3
		% de levée	89.3	10.7
	10	date	04-juin	18-juin
		nb poquets / 15 m	34	8
		% de levée	81.0	19.0
	11	date	04-juin	21-juin
		nb poquets / 15 m	28	4
		% de levée	87.5	12.5
	12	date	29-mai	14-juin
		nb poquets / 15 m	29	7
		% de levée	80.6	19.4

annexe 3 : itinéraires techniques à Badabala

		champ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
date de labour		11-mai	29-mai	20-mai	15-mai	15-mai	27-mai	27-mai	27-mai	28-juin	27-juin	28-juin	30-juin
date de semis	1	5-juin	10-juil.	5-juin	5-juin	6-juin	7-juin	7-juin	13-juil.	11-juil.	13-juil.	14-juil.	11-juil.
	2	21-juin		11-juil.	10-juil.	11-juil.	5-juil.	4-juil.					
date de démariage		8-juil.	23-juil.	15-juil.	25-juin	12-juil.	12-juil.	10-juil.	28-juil.	24-juil.	22-juil.	1-août	20-juil.
date de buttage		25-juil.	12-août	12-août	30-juil.	28-juil.	26-juil.	23-juil.	25-août	26-août	20-août	18-août	20-août
date d'épandage d'engrais complet		14-juil.	20-juil.	14-juil.	10-juil.	14-juil.	15-juil.	16-juil.	31-juil.	30-juil.	3-août	3-août	20-juil.
date d'épandage d'urée		25-juil.	11-août	29-juil.	22-juil.	20-juil.	23-juil.	25-juil.	17-août	14-août	3-août	20-août	12-août
date de sarclage	1	18-juin	17-juil.	16-juin	19-juin	15-juin	18-juin	16-juin	31-juil.	16-juil.	20-juil.	31-juil.	17-juil.
	2	8-juil.	31-juil.	30-juil.	22-juil.	19-juil.	16-juil.	20-juil.	17-août	9-août	3-août	22-août	14-août
	3	20-août	9-août	30-août	27-août	24-août	30-août	23-août	12-sept.				
date des traitements	1	16-juil.	6-août	10-août	23-juil.	16-juil.	17-juil.	16-août	21-août	10-août	13-août	19-août	14-août
	2	25-juil.	20-août	25-août	31-juil.	31-juil.	2-août	31-août	4-sept.	24-août	27-août	2-sept.	28-août
	3	11-août	3-sept.	7-sept.	15-août	15-août	16-août	13-sept.	18-sept.	8-sept.	10-sept.	16-sept.	11-sept.
	4	25-août	17-sept.	21-sept.	28-août	29-août	31-août	27-sept.	2-oct.	22-sept.	25-sept.	30-sept.	26-sept.
	5	7-sept.	2-oct.	4-oct.	11-sept.	12-sept.	13-sept.		17-oct.	7-oct.	11-oct.	15-oct.	11-oct.
	6	21-sept.	17-oct.				28-sept.						
étêtage	1	19-août	25-sept	23-août	17-août	29-août	16-août	04-sept	27-sept	26-sept	21-sept	23-sept	25-sept
	2				24-août		01-sept						

annexe 4 : itinéraires techniques à Nlagansoni

		champ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
date de labour		27-avr	18-avr	20-avr	12-avr	10-avr	26-avr	24-avr	10-avr	17-avr	28-avr	27-avr	27-avr
date de levée	1	02-juin	04-juin	03-juin	02-juin	03-juin	02-juin	02-juin	25-mai	27-mai	04-juin	04-juin	29-mai
	2	19-juin	20-juin	17-juin	24-juin	15-juin	29-juin	19-juin	13-juin	16-juin	18-juin	21-juin	14-juin
date de démariage		07-juil	02-juil	13-juil	16-juil	15-juil	12-juil	15-juin	12-juin	19-juin	07-juil	29-juin	02-juil
date de buttage		19-juil	01-août	27-juil	04-août	16-août	26-juil	19-juil	13-juil	12-juil	17-juil	15-juil	14-juil
date d'épandage d'engrais complet		28-juin	01-juil	30-juin	01-juil	28-juin	28-juin	23-juin	12-juin	17-juin	29-juin	29-juin	18-juin
date d'épandage d'urée		19-juil	17-juil	15-juil	21-juil	17-juil	12-juil	13-juil	28-juin	12-juil	16-juil	14-juil	02-juil
date de sarclage	1	02-juin	16-juin	30-juin	01-juil	16-juin	21-juin	08-juin	07-juin	07-juin	11-juin	19-juin	17-juin
	2	28-juin	02-juil	13-juil	16-juil	15-juil	12-juil	23-juin	26-juin	19-juin	27-juin	01-juil	03-juil
	3	12-juil	15-août	28-juil	24-août	07-août	20-août	12-juil	12-juil	10-juil	15-juil	12-juil	18-août
	4	25-août											
date des traitements	1	21-juil	23-juil	16-juil	23-juil	01-août	22-juil	20-juil	06-juil	05-juil	19-juil	17-juil	14-juil
	2	05-août	11-août	03-août	09-août	18-août	04-août	03-août	22-juil	20-juil	04-août	06-août	29-juil
	3	30-août	30-août	22-août	26-août	02-sept	25-août	19-août	03-août	10-août	24-août	29-août	10-août
	4	16-sept	16-sept	09-sept	13-sept	19-sept	11-sept	06-sept	31-août	27-août	16-sept	15-sept	27-août
	5								15-sept				
date écimage		07-août	26-août	24-août	16-août	26-août	21-août	11-août	07-août	07-août	20-août	11-août	13-août

annexe 5 : effets des modalités par champ sur les infestations de chenilles carpophages (nombre pour 100 plants par observation) à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	9,4	13,3 b	13,6	9,4	11,1 b	10,8	8,1	13,9	9,4	15,0	13,6 b	15,6 b
B	6,9	9,4 ab	6,7	3,9	5,8 a	3,9	4,4	7,8	8,9	8,6	6,9 a	7,5 a
C	5,0	6,4 a	7,8	4,7	4,4 a	4,7	4,7	8,1	9,2	8,9	5,3 a	8,3 a
F pratiques	1,33	9,24	4,83	1,49	9,25	5,76	1,05	2,56	0,08	2,73	19,38	19,08
signification pratiques	36,1	3,3	8,7	33,0	3,3	6,8	43,1	19,3	92,4	17,9	1,1	1,1

annexe 6 : effets des modalités par champ sur les infestations de chenilles carpophages (nombre pour 100 plants par observation) à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	1,7	1,7	2,1	4,6 b	0,0	2,1	2,1	4,2 b	0,4	4,2	2,1	2,1
B	2,1	0,8	0,8	1,3 a	0,0	1,7	7,1	0,0 a	0,0	1,7	0,0	1,3
C	0,0	5,8	2,5	0,0 a	3,3	0,8	0,0	0,0 a	0,0	1,7	1,7	0,4
F pratiques	2,80	0,90	0,34	13,86	4,92	0,11	2,74	14,29	1,00	0,63	0,64	0,50
signification pratiques	17,4	47,7	73,3	1,8	8,4	89,8	17,8	1,7	44,6	58,0	57,8	64,2

annexe 7 : effets des modalités par champ sur les abscissions dues aux chenilles carpophages
(nombre pour 100 m² par observation) à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	74,5	82,9	96,0 b	59,0	67,4 b	71,7	91,8	82,5	74,6	80,0	89,6	85,7 b
B	68,0	74,1	90,0 a	55,2	51,3 a	75,6	76,2	70,3	70,8	83,1	78,2	71,5 a
C	72,8	73,1	85,0 a	60,2	58,5 ab	65,4	80,9	66,4	73,7	85,0	78,5	80,6 ab
F pratiques	0,63	1,14	13,80	0,48	9,29	1,28	2,38	4,86	0,08	0,63	2,20	8,98
signification pratiques	58,0	40,8	1,8	65,3	3,3	37,2	20,9	8,6	92,1	58,3	22,6	3,5

annexe 8 : effets des modalités par champ sur les abscissions dues aux chenilles carpophages
(nombre pour 100 m² par observation) à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	0,0	7,6	4,3	8,8	0,0 a	2,4	6,9	7,9	4,6	2,0	1,0	2,3
B	2,8	0,0	0,5	3,0	0,0 a	0,0	5,7	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
C	3,7	7,5	6,3	0,0	6,1 b	2,4	1,5	1,0	2,8	1,3	0,8	3,1
F pratiques	0,53	0,55	0,58	1,26	11,47	0,40	0,29	4,03	0,77	0,03	0,42	0,49
signification pratiques	62,9	61,7	60,3	37,7	2,4	69,6	76,4	11,0	52,4	97,1	68,3	64,8

annexe 9 : effets des modalités par champ sur le numéro du nœud de la première branche fructifère à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	5,2	5,5	5,4	5,5	5,2	5,3	5,7	5,6	5,3	5,6	5,5
B	5,1	5,4	5,6	5,8	5,4	5,3	5,3	5,5	5,6	5,4	5,7
C	5,2	5,7	5,6	5,4	4,9	5,3	5,5	5,7	5,6	5,5	5,5
F pratiques	0,06	0,56	0,57	3,07	3,37	0,02	1,28	0,59	0,97	0,74	1,09
signification pratiques	94,0	61,4	60,7	15,6	13,9	98,0	37,2	60,1	45,6	53,6	42,0

annexe 10 : effets des modalités par champ sur le numéro du nœud de la première branche fructifère à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	5,6	5,3	5,5	5,4	5,3	5,6	6,3	6,1	5,3	5,1	5,4	5,5
B	6,1	5,3	5,5	5,7	5,4	5,7	6,3	6,0	5,1	4,6	5,3	5,8
C	5,8	5,3	5,5	5,5	5,2	5,4	6,3	6,1	5,1	4,6	5,5	6,5
F pratiques	0,84	0,01	0,08	0,22	0,57	2,27	0,09	0,01	0,52	0,87	1,09	2,46
signification pratiques	49,9	98,8	92,9	81,6	60,9	21,9	91,6	99,0	63,2	48,8	42,1	20,1

annexe 11 : effets des modalités par champ sur la taille des cotonniers en cm à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	98,1	102,0	100,4	101,1	92,4	102,6	104,3	104,0	102,8	106,8	104,6
B	99,9	101,4	103,4	106,5	103,5	107,6	105,7	105,3	102,6	107,9	105,9
C	97,4	102,1	104,0	105,3	90,3	103,1	103,3	106,5	101,5	103,4	103,3
F pratiques	2,12	0,12	0,91	1,88	6,98	1,28	0,40	2,74	1,06	0,93	1,08
signification pratiques	23,6	89,1	47,4	26,6	5,1	37,3	69,5	17,8	43,0	46,6	42,3

annexe 12 : effets des modalités par champ sur la taille des cotonniers en cm à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	104,7	102,2	111,7	97,9	99,2 b	111,8	135,7	113,9	110,3	110,0	109,9	104,2
B	107,7	94,8	109,9	101,0	103,7 a	113,6	121,3	111,9	109,5	116,0	110,8	101,1
C	99,2	93,4	105,6	95,3	99,2 b	107,4	117,5	111,8	104,7	125,8	111,5	101,0
F pratiques	3,82	1,14	3,18	2,69	8,43	0,66	4,56	0,13	4,60	0,79	0,20	0,11
signification pratiques	11,9	40,6	15,0	18,2	3,8	56,8	9,4	88,5	9,3	51,5	82,7	89,7

annexe 13 : effets des modalités par champ sur le nombre de nœuds de la tige principale des cotonniers à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	19,5	19,5	19,7	20,0	18,8	19,2	19,9	19,6	19,5	20,3	19,6
B	19,4	19,4	19,6	19,9	20,1	19,6	19,7	19,8	19,7	20,1	19,8
C	19,4	19,6	19,8	19,5	18,8	19,4	19,7	20,0	19,5	20,0	19,5
F pratiques	0,02	0,69	0,48	4,35	6,63	0,49	0,33	1,96	1,40	0,41	3,29
signification pratiques	98,5	55,6	65,5	10,0	5,5	64,5	73,7	25,5	34,7	69,1	14,3

annexe 14 : effets des modalités par champ sur le nombre de nœuds de la tige principale des cotonniers à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	17,2	17,1	18,8	17,0	17,0 b	17,5	20,8	19,0	17,5	19,9	17,5	17,5
B	18,0	16,1	19,1	16,7	17,6 a	17,4	20,3	18,6	17,3	19,3	17,4	17,8
C	17,3	16,4	17,9	16,1	17,2 b	17,0	19,2	18,1	17,1	18,8	17,6	17,8
F pratiques	5,20	2,89	1,92	6,90	24,16	1,24	3,48	0,33	0,96	0,82	0,23	0,16
signification pratiques	7,8	16,7	26,0	5,2	0,8	38,1	13,3	73,5	45,7	50,5	80,3	85,8

annexe 15 : effets des modalités par champ sur le nombre de branches végétatives des cotonniers à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	0,5	1,1	1,1	0,9	0,8	0,6	1,3	0,9	1,1	1,1	1,0
B	0,9	0,9	1,1	1,0	1,1	1,1	0,9	1,3	1,2	1,1	0,9
C	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0
F pratiques	4,68	2,33	0,18	2,00	0,56	3,65	3,26	1,36	1,90	0,07	0,18
signification pratiques	9,0	21,3	84,0	25,0	61,4	12,6	14,5	35,5	26,3	93,0	84,3

annexe 16 : effets des modalités par champ sur le nombre de branches végétatives des cotonniers à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7
B	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	1,1	0,8	0,8	1,5	0,8	0,6
C	0,8	0,8	0,7	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,6	1,4	0,8	0,5
F pratiques	0,78	0,09	0,38	1,57	2,73	2,90	1,86	0,06	1,00	3,66	0,05	0,40
signification pratiques	52,1	91,7	70,7	31,4	17,9	16,7	26,9	94,0	44,6	12,5	95,3	69,7

annexe 19 : effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5 à Badabala

[illegible]

annexe 20 effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5 à Niagansoni

[illegible]

annexe 21 : effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10 à Badabala

[illegible]

annexe 22 : effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10 à Niagansoni

[illegible]

annexe 23 : effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 11 à 15 à Badabala

[illegible]

annexe 24 : effets des modalités par champ sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 11 à 15 à Niagansoni

[illegible]

annexe 25 : effets des modalités par champ sur les taux de capsules entièrement saines à Badabala

[illegible]

annexe 26 : effets des modalités par champ sur les taux de capsules entièrement saines à Niagansoni

[illegible]

annexe 27 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
1 à 5 à Badabala

[illegible]

annexe 28 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
1 à 5 à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	Champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	17,5	19,2	17,9 a	16,2	17,5	15,8	14,6	13,5	14,0	36,8	14,9	15,2
B	15,4	21,8	16,7 a	13,7	18,6	18,5	14,0	15,8	13,1	28,9	14,0	17,7
C	18,9	23,0	14,5 b	21,4	16,2	17,1	13,5	13,3	15,5	25,3	15,9	17,1
F pratiques	0,92	0,46	19,09	6,93	2,05	0,83	0,23	1,44	0,37	1,14	0,84	0,50
signification pratiques transformation	47,0 arcsin √	66,4 arcsin √	1,1 arcsin √	5,2 arcsin √	24,5 arcsin √	50,0 arcsin √	80,7 arcsin √	33,8 arcsin √	71,5 arcsin √	40,8 arcsin √	49,8 arcsin √	64,2 arcsin √

annexe 29 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
6 à 10 à Badabala

[illegible]

annexe 30 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
6 à 10 à Niagansoni

[illegible]

annexe 31 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
11 à 15 à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	9,6	15,8	15,1	14,7	12,3	10,3	11,2	12,1	13,9	12,7	9,6
B	10,7	14,8	11,8	9,7	10,4	10,8	10,4	12,5	15,1	11,9	11,6
C	9,1	15,3	12,9	9,4	13,2	10,3	10,0	12,2	14,3	11,9	12,1
F pratiques	0,74	0,43	3,53	1,27	0,60	0,09	0,56	0,13	0,18	0,37	5,46
signification pratiques transformation	53,6 arcsin √	67,9 arcsin √	13,1 arcsin √	37,6 arcsin √	59,6 arcsin √	91,9 arcsin √	61,3 arcsin √	87,9 arcsin √	84,3 arcsin √	71,3 arcsin √	7,3 arcsin √

annexe 32 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées en première position des branches fructifères
11 à 15 à Niagansoni

[illegible]

annexe 33 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées sur les branches fructifères mais en dehors des premières positions à Badabala

[illegible]

annexe 34 : effets des modalités par champ sur la part de production issue des capsules situées sur les branches fructifères mais en dehors des premières positions à Niagansoni

[illegible]

annexe 37 : effets des modalités par champ sur la production de coton graine en kg/ha à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	1847,5	1057,8	2934,8	1697,0	1238,7	1409,2	1016,4	1378,9	644,3	1168,2	964,3
B	1343,5	1146,6	3655,0	1996,9	968,3	1229,0	1159,7	1440,6	824,5	1245,7	1086,1
C	1111,9	888,7	3173,5	1283,0	1060,0	918,7	1172,5	1316,8	1098,1	1067,2	1101,5
F pratiques	3,13	0,44	3,18	3,44	0,64	0,39	0,38	0,05	3,81	0,08	0,07
signification pratiques	15,2	67,6	14,9	13,6	57,8	70,5	71,0	95,2	11,9	92,7	93,6

annexe 38 : effets des modalités par champ sur la production de coton graine en kg/ha à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	Champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	1799,7	1831,5 a	1544,3	1322,4	1031,4	1123,2	3986,8	1749,2	2317,2 a	2049,1	2116,0	1867,9
B	1770,6	1726,9 b	1530,6	996,8	1200,2	1928,3	3459,2	1852,2	2268,6 a	1890,4	1995,5	1788,5
C	1950,9	1446,2 c	1705,0	1318,7	861,7	1138,4	3360,2	1641,8	1666,7 b	1709,0	2244,7	1765,6
F pratiques	0,16	175,08	0,08	1,15	1,85	5,40	1,64	0,58	17,19	2,13	0,29	0,10
signification pratiques	85,8	0,1	92,7	40,4	27,0	7,4	30,2	60,5	1,3	23,5	76,1	90,7

annexe 39 : effets des modalités par champ sur le nombre de positions fructifères apparues par plant sur les branches fructifères
à Badabala

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 12
A	35,4	38,2	38,4	38,9	38,7	37,4 b	37,6	36,9	39,0	39,8	38,4
B	35,6	46,3	38,0	36,9	39,4	38,2 ab	37,6	38,7	38,8	40,2	38,1
C	35,0	38,4	38,7	37,4	39,1	39,6 a	37,3	37,7	38,2	39,7	38,7
F pratiques	0,08	1,21	1,75	0,75	0,20	7,19	0,12	1,86	1,19	0,55	0,28
signification pratiques	92,2	38,8	28,4	53,3	83,0	4,9	88,9	26,8	39,5	61,6	77,0

annexe 40 : effets des modalités par champ sur le nombre de positions fructifères apparues par plant sur les branches fructifères
à Niagansoni

	champ 1	champ 2	champ 3	champ 4	Champ 5	champ 6	champ 7	champ 8	champ 9	champ 10	champ 11	champ 12
A	30,6	26,5	31,5	30,0	32,6	30,5	34,8	32,1	31,1	25,7	31,0	31,1
B	30,7	24,7	32,0	27,3	31,1	29,6	34,4	31,5	31,4	33,1	31,0	30,4
C	29,8	25,3	31,7	26,7	30,0	29,6	33,7	30,9	31,0	31,4	30,8	30,0
F pratiques	0,18	7,44	0,13	6,79	1,42	0,39	0,31	0,69	0,11	3,67	0,10	0,35
signification pratiques	83,8	4,6	88,3	5,3	34,3	70,0	74,9	55,5	90,0	12,5	90,9	72,3

MODULATION DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE POUR LA DENSITÉ DE PLANTATION VULGARISÉE AU MALI

1 Justification

Actuellement dans les programmes d'intervention sur seuil le même niveau d'infestation en chenilles carpophages est requis tout au long de la campagne pour intervenir contre ces ravageurs. Cependant compte tenu de l'évolution en cours de campagne de l'offre en organes fructifères d'un plant de cotonnier et de l'importance des premières positions fructifères dans la production d'une parcelle, il pourrait être intéressant d'utiliser des seuils plus bas en début de campagne qu'en fin de campagne. Au cours des deux campagnes précédentes cette hypothèse semblait se vérifier.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de confirmer l'intérêt de moduler en cours de campagne le seuil d'intervention contre les chenilles carpophages. Le second objectif a été de mettre au point une méthode plus simple pour les agriculteurs de la prise de décision d'intervenir.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Un seul facteur a été étudié dans un dispositif en blocs de Fisher à 12 répétitions. Ce facteur concernait la protection phytosanitaire contre les chenilles carpophages à partir du 45^{ième} JAL et présentait 3 niveaux :

PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL)

SEUIL1 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 5 chenilles pour 25 plants

SEUIL2 = interventions avant le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 2 chenilles pour 25 plants et après le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 5 chenilles pour 25 plants

L'endosulfan à 500 g/ha a été employé pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis ce fut l'association cyfluthrine – chlorpyrifos éthyl 18 150 g/ha. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres.

3.2 conditions de culture

Le semis de cette étude a été réalisé le 7 juin. En dehors des programmes de protection phytosanitaire, objets de l'étude, l'itinéraire technique fut celui adopté par le développement en particulier en matière de densité de plantation et de fertilisation minérale.

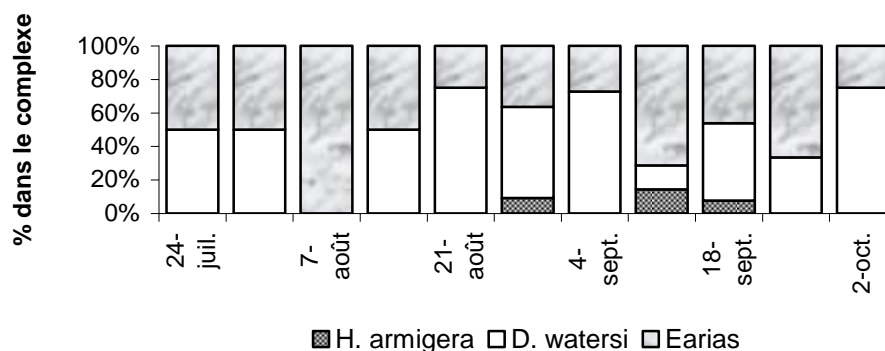
3.3 observations

Les observations réalisées ont porté sur le suivi des infestations de chenilles carpophages¹, l'examen à la récolte du développement des cotonniers, des taux de rétention des organes fructifères et de la production de capsules, l'analyse de la qualité de la production et l'estimation des rendements.

4 Résultats

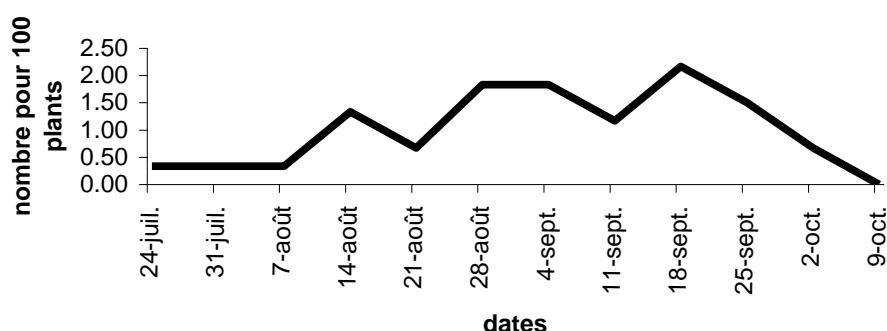
L'espèce *Helicoverpa armigera* (Hübner) a presque toujours été absente des dénombrements de chenilles carpophages et le complexe de ces ravageurs a été dominé par les deux autres espèces *Diparopsis watersi* (Rotschild) et *Earias* comme le montre la figure 1.

Figure 1 : évolution de l'importance relative des espèces carpophages



Toutes espèces cumulées, les niveaux d'infestations sont restés très bas (inférieurs à 2,5 chenilles pour 100 plants soit moins d'une chenille pour 25 plants) et de ce fait aucune intervention sur seuil n'a été réalisée dans cette étude même avant le 90^{ième} JAL (Figure 2).

Figure 2 : dynamique des chenilles carpophages (toutes espèces confondues)



Au sein de cette étude les cotonniers n'étaient pas très développés en fin de campagne tant en taille qu'en nombre de branches fructifères et fort logiquement aucune influence des modalités étudiées n'est apparue sur ces caractéristiques.

¹ les dénombrements de chenilles carpophages ont été réalisés par groupe de 5 plants en distinguant les espèces et uniquement au sein des parcelles devant recevoir des interventions sur seuil

Tableau 1 : développement des plants à la récolte

	hauteur en cm	nombre de branches fructifères
PV	52,1	8,8
SEUIL 1	59,8	9,3
SEUIL 2	57,4	9,4
F	2,60	0,66
signification	10,3	53,5

Les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère qui chutent lorsque le numéro d'ordre de la branche fructifère croît (Figure 3) n'ont pas été influencés par les modalités étudiées (Tableau 2). D'autre part probablement en raison des faibles infestations de chenilles carpophages ils sont très élevés pour les 5 premières branches fructifères.

Figure 3 : variation des taux de rétention en première position de branche fructifère

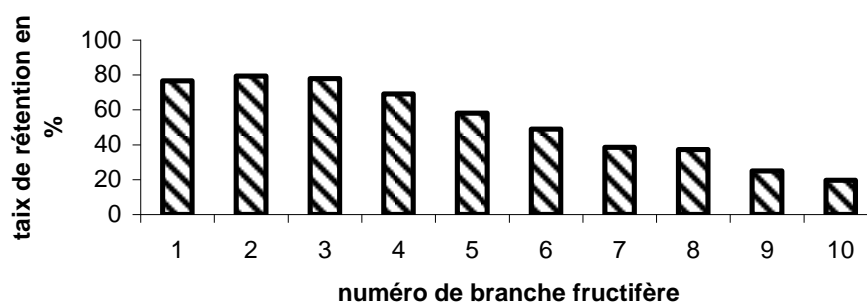


Tableau 2 : taux de rétention en % des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

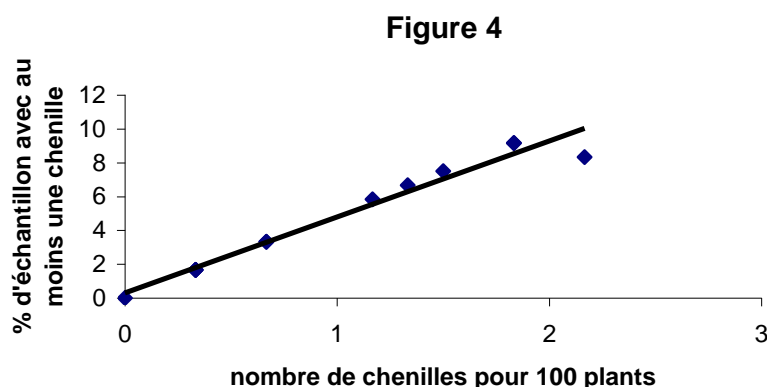
	taux de rétention des organes fructifères en première position sur les branches		
	1 à 5	6 à 10	1 à 10
PV	72,7	31,8	55,7
SEUIL 1	71,1	37,0	55,8
SEUIL 2	75,6	32,6	53,8
F	0,92	0,57	0,39
signification	41,7	57,7	69,0
transformation	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$

Le nombre moyen de capsules produites par plant n'est pas très élevé et n'est pas significativement influencé par les modalités étudiées (Tableau 3). Les taux de capsules entièrement saines qui sont par contre très satisfaisants sont certainement le reflet d'une très faible pression parasitaire (Tableau 3). Aucun effet significatif des modalités étudiées n'apparaît pour cette caractéristique de la production comme pour son niveau qui est très faible (Tableau 3) comme on pouvait le supposer au regard du développement des cotonniers à la récolte.

Tableau 3 : productions de capsules et de coton graine

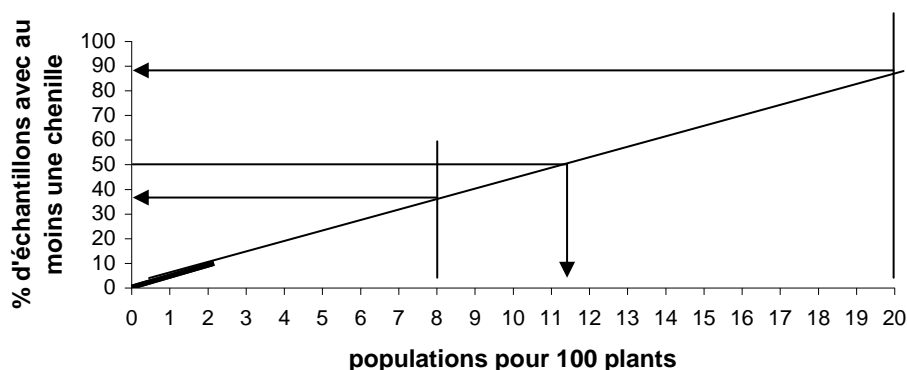
	nombre de capsules par plant	% capsules entièrement Saines	rendement en kg/ha
PV	5,6	96,1	432,1
SEUIL 1	6,0	96,7	405,7
SEUIL 2	5,7	97,1	438,7
F	0,23	0,52	1,46
signification transformation	80,1	60,4 arcsin $\sqrt{\quad}$	25,3

L'analyse des dénombrements de chenilles carphophages par échantillons de cinq plants montre une bonne relation entre le niveau moyen des infestations à chaque date d'observation et le pourcentage d'échantillons ayant au moins une chenille (Figure 4).



En supposant que cette relation puisse être extrapolée à des niveaux d'infestations supérieurs à ceux de cette campagne (Figure 5), on constate qu'au seuil de 8 chenilles pour 100 plants utilisé dans cette étude (2 chenilles pour 25 plants) plus de 60 % des échantillons de 5 plants ne permettront pas d'observer de chenille. En basant la décision d'intervenir sur la présence de chenilles dans un échantillon de 5 plants, le risque de ne pas intervenir, alors que le seuil est atteint, est donc trop élevé. A l'inverse ce risque est faible ($< 15\%$) lorsque le deuxième seuil utilisé dans cette étude (20 chenilles pour 100 plants ou 5 chenilles pour 25 plants) est atteint. Mais par contre le risque de réaliser une intervention, alors que le seuil n'est pas atteint, est très élevé puisqu'à partir d'un niveau d'infestations de 12 chenilles pour 100 plants au moins 50 % des échantillons de 5 plants présenteront au moins une chenille. Une règle de décision d'intervention plus simple basée sur la présence ou l'absence de chenilles carphophages ne peut donc reposer sur l'examen d'un seul échantillon de 5 plants.

Figure 5



Pour un seuil d'intervention donné, la taille de l'échantillon de plants à observer pour baser la décision sur la présence ou l'absence de chenilles résultera toujours d'un équilibre entre les chances de prendre une bonne décision et les risques d'en prendre une mauvaise. Avec les résultats de cette campagne, pour le seuil de 8 chenilles pour 100 plants cette taille pourrait être fixée à 19 plants (Figure 6) et pour le seuil de 20 chenilles pour 100 plants elle pourrait être de 4 plants (Figure 7).

Figure 6

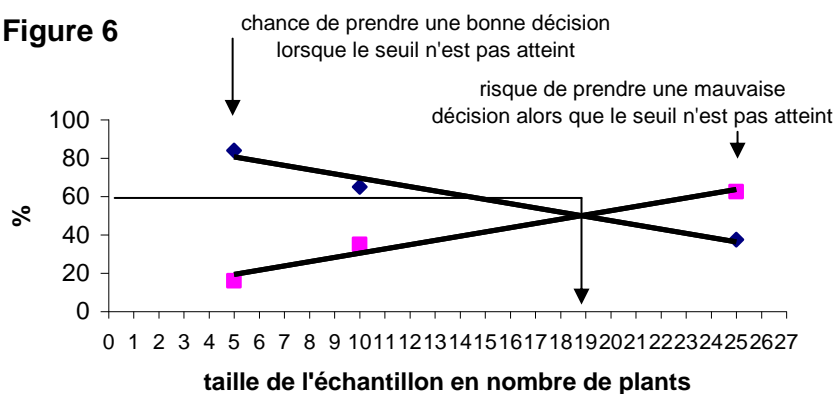
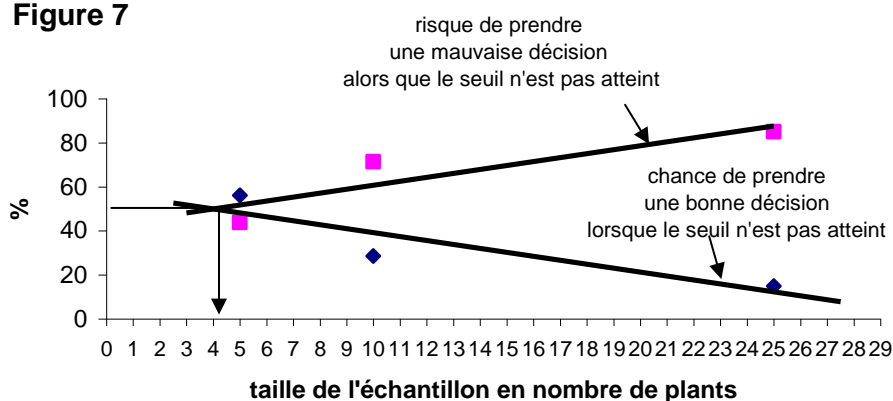


Figure 7



5 Conclusions et discussion

Compte tenu des niveaux de production atteints et de la faible pression des chenilles carpophages de cette campagne, aucune intervention phytosanitaire ne se justifiait au sein de cette étude. A raison de 5 000 F CFA / ha le coût d'une intervention phytosanitaire et d'un prix d'achat du coton graine de 200 F CFA / kg, le programme de protection vulgarisé ne

permettait de dégager que 56 420 F CFA de marge par ha alors qu'avec les deux programmes d'interventions sur seuil les marges ont atteint respectivement 81 140 F CFA et 87 740 F CFA par ha.

Sur la base des résultats moyens des trois dernières campagnes obtenus dans des contextes de faibles pressions parasitaires (Tableau 4), les programmes d'interventions contre les chenilles carpophages semblent bien adaptés aux conditions du Mali. Toutefois leurs avantages économiques ont été grandement influencés par les résultats de la dernière campagne en raison des faibles niveaux de production.

Tableau 4 : résultats moyens des trois programmes à l'issue de 3 campagnes

	nombre de traitements	chenilles pour 100 plants	abscission parasitaire pour 100 m ²	taux en % de rétention des premières positions des BF 1 à 5	part en % de production issue des premières positions des branches 1 à 5	taux en % de capsules entièrement saines	rendement en kg/ha	marge en F CFA/ha
PV	6,0	25,7	316,0	67,6	53,0	90,8	1366	243167
SEUIL 1	0,0	33,7	397,9	63,5	51,4	88,8	1245	248831
SEUIL 2	0,7	33,0	352,9	67,6	54,8	89,0	1277	251994

Pour décider d'une intervention contre les chenilles carpophages, il semble concevable de pouvoir remplacer la règle actuelle basée sur des dénombrements de ravageurs par une règle basée sur la présence/absence de ces ravageurs en adaptant la taille de l'échantillon (nombre de plants à observer) au niveau du seuil d'infestation requis pour intervenir. Cette règle pourrait être plus facilement adoptée par les agriculteurs mais elle présente certainement des risques d'erreurs plus élevés.

L'intérêt économique des programmes d'interventions sur seuil, dans des contextes de faibles pressions en chenilles carpophages comme ceux connus au cours des trois dernières campagnes, apparaîtra probablement d'autant plus fort que le potentiel de production d'une parcelle sera plus faible. Il conviendrait peut être de mieux explorer cette liaison pour préciser les domaines de validité des programmes d'interventions sur seuil dans les conditions du Mali. Mais il serait également souhaitable d'entreprendre ces études dans des contextes d'infestations en chenilles carpophages plus variés que ceux connus jusqu'à présent qui sont restés très faibles.

La possibilité de modification de la règle de décision pour intervenir contre les chenilles carpophages mérite encore d'être explorée car elle a été établie dans un contexte de faibles infestations. Par la suite, si elle s'avérait intéressante il conviendrait d'en évaluer l'intérêt en milieu réel dans une variabilité de situations : facilité d'acceptation, risques encourus, etc

ÉTUDE DE LA PROTECTION PRÉCOCE DES FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

Avec une forte densité de plantation (à partir de 16,7 plants/m²), l'essentiel de la production d'une parcelle est procurée par les capsules situées en première position des cinq premières branches fructifères. Mais au cours de la campagne précédente, ces positions pour les deux premières branches fructifères ne présentaient pas les meilleurs taux de rétention. L'origine de ce constat méritait d'être recherchée pour y remédier.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude était d'examiner si les faibles taux de rétention des organes fructifères situés en première position des deux premières branches fructifères avaient une origine phytosanitaire. Le second objectif était de préciser la solution à apporter si tel était le cas.

3 Matériel et méthodes

3 1 modalités et dispositif statistique

Un seul facteur a été étudié dans un dispositif en blocs de Fisher à 8 répétitions. Il concernait la protection de la culture avant le 45^{ième} JAL et comprenait 3 niveaux :

0T = pas de protection avant le 45^{ième} JAL
 1T = 1 traitement au 37^{ième} JAL
 2T = 2 traitements aux 30^{ième} et 37^{ième} JAL

Pour la réalisation des interventions avant le 45^{ième} JAL une association cyfluthrine – chlorpyrifos éthyl 18 150 g/ha a été employée. La parcelle élémentaire comprenait 15 lignes de 10 mètres.

3 2 conditions de culture

Cette étude a été semée le 10 juin sur la sous-station de Farako. En dehors de la densité de plantation qui était de 16,7 plants / m² (obtenue avec la géométrie suivante : 0,4 mètre x 0,3 mètre et 2 plants par poquets) et des modalités étudiées, les pratiques culturales ont respecté l'itinéraire vulgarisé en particulier celles relatives à la fertilisation minérale et à la protection phytosanitaire après le 45^{ième} JAL.

3 3 observations

Les observations réalisées ont porté sur le développement des plants à la récolte (hauteur et nombre de branches fructifères), l'examen des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère, l'analyse de la répartition de la production, l'examen de sa qualité et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Les cotonniers n'étaient pas très développés au sein de cette étude. En moyenne ils présentaient moins de 10 branches fructifères et ne dépassaient pas 65 cm. Aucun effet des modalités étudiées n'a été observé sur ces caractéristiques (Tableau 1).

Tableau 1 : développement des cotonniers à la récolte

	hauteur en cm	nombre de branches fructifères
0 T	59,2	8,7
1 T	63,3	9,1
2 T	55,8	8,1
F	1,60	2,08
signification	23,6	16,1

Les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère chutent régulièrement de la première à la dixième branche fructifère contrairement aux observations de la campagne précédente (Figure 1). On remarquera que ces taux sont très élevés pour les trois premières branches fructifères. Des effets significatifs des modalités étudiées ne sont notés qu'à partir de la 5^{ème} branche fructifère et mettent en évidence l'intérêt d'une protection des cotonniers qui pourrait être limitée à une seule application foliaire (Tableaux 2 et 3). Toutefois globalement sur l'ensemble de ces positions prises par groupe de 5 branches fructifères successives aucun effet significatif des modalités n'est noté.

Figure 1 : taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère

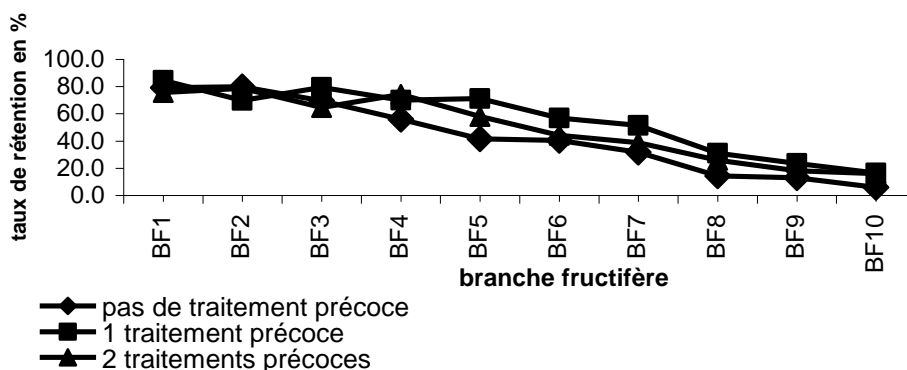


Tableau 2 : taux de rétention des organes fructifères en %

	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère					
	1	2	3	4	5	1 à 5
0 T	80,0	85,4	73,2	56,0	37,8 b	65,6
1 T	87,0	71,3	84,8	74,0	72,5 a	75,7
2 T	79,2	81,8	65,4	80,1	58,6 a	71,0
F	0,60	1,10	1,62	1,53	11,23	2,07
signification	56,7	36,1	23,2	25,0	0,1	16,1
transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

Tableau 3 : taux de rétention des organes fructifères en %

	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère			
	6	7	8	6 à 10
0 T	37,0 b	28,3	9,1 b	22,1
1 T	53,7 a	48,1	27,9 a	32,6
2 T	40,7 b	35,1	22,8 ab	26,0
F	5,57	1,36	3,91	1,89
signification	1,6	28,8	4,4	18,7
transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

Aucun effet des modalités significatif à 5 % n'est noté dans la production de capsules par plant et celle de coton graine avec ses caractéristiques (Tableau 4). Toutefois pour la modalité témoin on note que le pourcentage de production issu des organes fructifères en première des 5 premières branches fructifères est plus élevé. Cela est probablement aux meilleurs taux de rétention observés pour les deux autres modalités sur les premières positions fructifères des branches 6 à 10.

Tableau 4 : production de capsules et production de coton graine

	nombre de capsules par plant	% capsules entièrement saines	% de production issue des premières positions des branches fructifères 1 à 5	rendement en kg/ha
0 T	5,9	96,4	92,7	665,0
1 T	5,3	95,2	77,8	676,4
2 T	5,1	96,5	82,7	703,1
F	0,93	0,34	3,37	0,83
signification	42,0	72,3	6,3	46,0
transformation		arcsin √	arcsin √	

5 Conclusions et discussion

La protection précoce des fortes densités de plantation a bien amélioré les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère jusqu'à la 10^{ème}. Ce résultat prouve que certaines abscissions précoces d'organes fructifères peuvent être d'origine parasite dans la région de Sikasso.

Toutefois cette amélioration ne concerne pas trop les premiers organes fructifères apparus en première position de branche fructifère : elle n'est significative qu'à partir de la 5^{ème} branche fructifère et sur quelques premières positions apparues ultérieurement. En conséquence, compte tenu de l'importance dans la récolte totale des capsules situées en première position des 5 premières branches fructifères, il n'est pas surprenant que cette amélioration ne se soit pas répercutée de manière significative sur les productions de coton graine qui sont restées très faibles.

Par ailleurs on remarquera que contrairement aux campagnes précédentes les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère sont extrêmement élevés pour les parcelles de la modalité témoin jusqu'à la 3^{ème} branche

fructifère (de l'ordre de 80 %). Cette particularité de la campagne peut être à l'origine de l'absence de réponse positive à la protection précoce au niveau de la production de coton graine.

Il conviendrait de reprendre cette étude dans de meilleures conditions de fertilité que celles connues en 2004 et envisager d'autres modes de protection précoce. Un traitement de semences avec un insecticide systémique en particulier pourrait mieux convenir que des applications foliaires car il est peu probable que les ravageurs carpophages soient responsables des premières abscissions dans la région de Sikasso.

INTÉRÊT DU CARACTÈRE OKRA POUR LES FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

Dans certaines situations avec la variété NTA 88 6, les très fortes augmentations de densité de plantation ont augmenté le rendement en coton graine et autorisé un arrêt plus précoce de la protection insecticide du fait d'une élaboration plus rapide de la production. Cependant cette variété n'a pas été sélectionnée pour ce type de conduite de la culture et il conviendrait alors peut être de rechercher des variétés ou des caractères variétaux encore mieux adaptés aux fortes densités de plantation.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été de comparer les réponses à l'augmentation de la densité de plantation de deux variétés : l'une à feuilles normales et l'autre à feuilles laciniées (okra). Le second objectif fut de vérifier pour ces deux variétés l'intérêt d'un arrêt plus précoce de la protection insecticide lorsque les densités de plantation sont élevées.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Trois facteurs ont été étudiés au sein d'un dispositif split plot factoriel à 6 répétitions : Facteur 1 = protection insecticide, Facteur 2 = variété et Facteur 3 = densité de plantation

la protection insecticide comprenait 2 niveaux : PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL) et PVA = arrêt du programme vulgarisé avant le 90^{ième} JAL (soit 4 applications respectivement au 45^{ième}, 59^{ième}, 73^{ième} et 87^{ième} JAL). L'endosulfan à 500 g/ha fut utilisé pour les applications au 45^{ième} et au 59^{ième} JAL puis ce fut l'association cyfluthrine chlorpyriphos éthyl 18-150 g/ha pour les applications suivantes.

les variété comparées étaient : V1 = NTA 93 2 à feuilles normales et V2 = S 188 à feuilles laciniées (okra)

trois densités de plantation ont été étudiées : D1 = 8,3 plants/m² avec 0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquet, D2 = 16,7 plants/m² avec 0,4 m x 0,3 m x 2 plants par poquet et D3 = 25 plants/m² avec 0,4 m x 0,2 m x 2 plants par poquet

La parcelle élémentaire était de 48 m² soit 6 lignes de 10 mètres avec la densité D1 et 12 lignes de 10 mètres avec les densités D2 et D3.

3.2 conditions de culture

Cette étude a été semée le 8 juin au niveau de la sous station de Farako. En dehors de la densité de plantation et de l'arrêt précoce du programme de protection sur certaines parcelles, toutes les autres pratiques culturales furent celles recommandées au développement.

3.3 observations

Les observations réalisées ont concerné les infestations d'insectes piqueurs suceurs² (jassides, pucerons et mirides du 30^{ième} au 86^{ième} JAL³ et du 90^{ième} au 118^{ième} JAL pour aleurodes), celles de chenilles carpophages du 97^{ième} au 118^{ième} JAL, le suivi des niveaux de floraison⁴ et des valeurs de NAWF⁵, des dénombrements de capsules par plant au 80^{ième} et au 100^{ième} JAL, une analyse détaillée de la qualité de la production et de sa répartition par plant, le stand à la récolte et les récoltes de coton graine.

4 Résultats

Les infestations de jassides ont été relativement faibles au cours de cette campagne (< 2 % de feuilles infestées et < 8 % de plants infestés). Toutefois l'effet souvent noté d'une diminution des infestations à la suite d'une augmentation de la densité de plantation est encore observé cette année même s'il se manifeste surtout après le 69^{ième} JAL (Figures 1 et 2) et n'est significatif qu'à 7,7 % avec les % moyens de feuilles infestées par observation et à 6,2 % avec les % moyens de plants infestés (Tableau 1) par observation.

Figure 1 : infestations de jassides

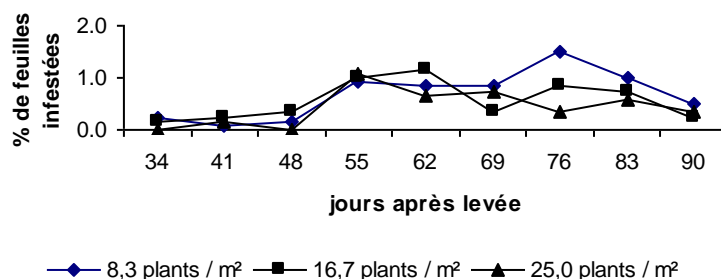
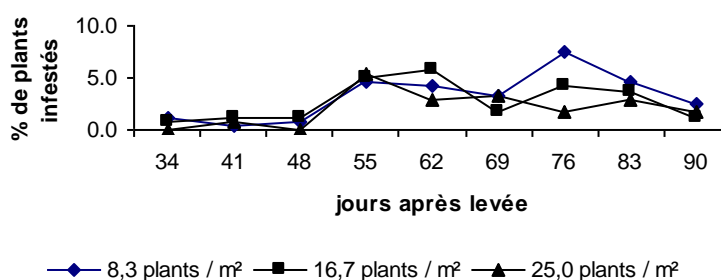


Figure 2 : infestations de jassides



Les infestations de pucerons ont été également très faibles : < 2 % de feuilles infestées et à 4 % de plants infestés. Dans l'analyse des pourcentages moyens de plants infestés par observation on note un effet significatif des programmes de protection (Tableau 1) qui est toutefois inexplicable puisque les observations ne se sont pas poursuivies au-delà de l'arrêt du programme PVA. En début de campagne la fréquence des dégâts de mirides a été relativement élevée comme le montre la Figures 3. Cependant aucun effet des modalités étudiées n'est apparu sur cette fréquence des dégâts par observation (Tableau 1),

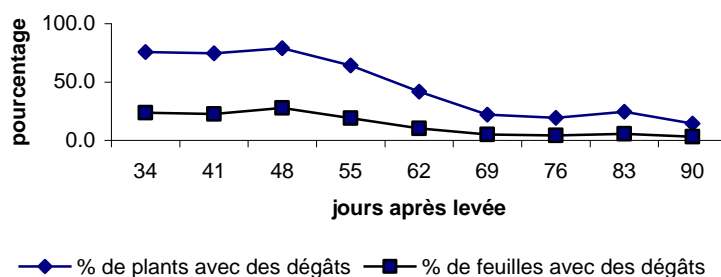
² Nombre de feuilles hébergeant ces ravageurs pour éviter l'influence de la surface foliaire sur les niveaux d'infestation

³ JAL = jour après la levée

⁴ niveau de floraison = numéro de la branche fructifère portant une fleur épanouie en première position

⁵ NAWF = Nodes Above White Flower (nombre de nœuds au dessus de la branche fructifère portant une fleur épanouie en première position)

Figure 3 : fréquence des dégâts de mirides



Malgré de très faibles infestations (< 2 % de feuilles infestées et < 5 % de plants infestés), l'intérêt du caractère feuilles laciniées (okra) apparaît de manière significative (Tableau 1) dans les infestations moyennes d'aleurodes par observation.

Tableau 1 : infestations moyennes de piqueurs suceurs par observation

	aleurodes		jassides		pucerons		mirides	
	%	%	%	%	%	%	%	%
	feuilles	plants	feuilles	plants	Feuilles	plants	feuilles	plants
PV	0,22	0,69	0,51	2,45	0,27	1,00 a	13,51	46,98
PVA	0,13	0,35	0,46	2,29	0,52	1,87 b	12,96	44,95
V1	0,34 b	0,91 b	0,51	2,44	0,44	1,62	13,19	46,53
V2	0,06 a	0,22 a	0,46	2,30	0,33	1,20	13,28	45,39
D1	0,15	0,37	0,61	2,98	0,29	1,05	12,49	43,55
D2	0,25	0,81	0,51	2,54	0,58	1,97	13,69	46,64
D3	0,12	0,40	0,35	1,69	0,32	1,26	13,53	47,70
F protection	0,68	1,34	1,03	0,32	6,41	7,48	0,47	1,02
signification protection	45,1	30,0	35,8	60,1	5,2	4,1	52,7	36,0
F variété	10,93	8,09	0,25	0,10	0,77	1,12	0,02	0,38
signification variété	0,2	0,6	62,2	74,7	39,0	29,6	87,7	54,7
F densité	0,75	1,23	2,68	2,91	1,76	1,78	1,45	1,83
signification densité	48,0	30,1	7,7	6,2	18,1	17,8	24,2	17,0
F protection x variété	8,47	10,46	0,31	0,21	2,37	0,82	0,48	0,15
signification protection x variété	0,5	0,2	59,0	65,4	12,6	37,3	50,1	70,4
F protection x densité	2,77	2,55	0,45	0,51	0,51	0,28	1,83	0,37
signification protection x densité	7,1	8,7	64,8	60,7	60,7	76,2	16,9	69,9
F variété x densité	0,74	0,58	0,02	0,02	0,70	0,69	0,12	0,04
signification variété x densité	48,7	56,8	98,1	98,3	50,6	51,2	89,0	95,7
F protection x variété x densité	1,57	1,86	0,25	0,15	0,47	0,39	0,79	1,27
signification protection x variété x densité	21,6	16,4	78,0	86,5	63,4	68,6	46,5	29,1
transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

L'interaction significative apparue entre le facteur variétal et les programmes de protection pour les infestations d'aleurodes pourrait indiquer que la prolongation du programme de protection au-delà du 87^{ième} JAL favoriserait les infestations d'aleurodes mais cela n'est observé qu'avec la variété à feuilles laciniées (Tableau 2).

Tableau 2 : interaction significative entre protection et variété
infestations moyennes de piqueurs suceurs par observation

	aleurodes					
	% feuilles	Par protection	global	% plants	par protection	global
PV V1	0,24	B	ab	0,64	b	b
PV V2	0,20	B	ab	0,75	b	b
PVA V1	0,47	B	b	1,23	b	b
PVA V2	0,00	A	a	0,01	a	a

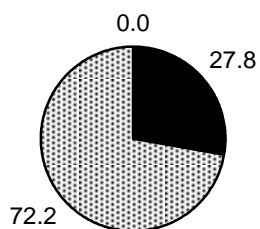
Toutefois l'interaction significative à 10 % pour ces mêmes infestations entre la densité de plantation et les programmes de protection montre des réponses presque inverses à l'augmentation de la densité en fonction des programmes (Tableau 3)

Tableau 3 : interaction significative à 10 % entre densité et programmes de protection
(infestations moyennes de piqueurs suceurs par observation)

	aleurodes	
	% feuilles	% plants
PV D1	0,08	0,22
PV D2	0,46	1,51
PV D3	0,21	0,63
PVA D1	0,25	0,55
PVA D2	0,11	0,33
PVA D3	0,06	0,22

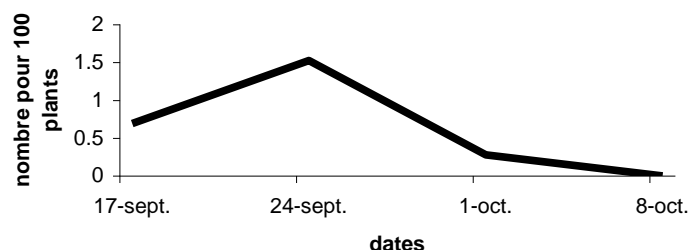
A partir du 97^{ième} JAL, les infestations de chenilles carpophages, dominées par l'espèce *Earias* sp (Figure 4), ont été extrêmement faibles (< 2 chenilles pour 100 plants comme le montre la figure 5. Aucune analyse statistique n'a donc été entreprise.

figure 4 : importance relative des espèces
carpophages



□ *H. armigera* ■ *D. watersi* ▨ *Earias*

figure 5 : dynamique des chenilles carpophages



Dans le suivi de la floraison on ne note d'effet significatif que pour les densités de plantation à partir du 100^{ième} JAL : plus la densité augmente plus l'apparition des fleurs est ralentie (Tableau 4). Par contre à partir du 60^{ième} JAL, les valeurs du NAWF sont significativement plus faibles avec la variété à feuilles laciniées qui achève son cycle fructifère productif plus tôt. L'augmentation de la densité de plantation aurait le même effet mais il n'est noté significativement que du 60^{ième} au 80^{ième} JAL (Tableau 4),

Tableau 4 : évolution du niveau de floraison et du NAWF

	niveau de floraison à			NAWF à		
	60 JAL	80 JAL	100 JAL	60 JAL	80 JAL	100 JAL
PV	6,3	10,7	12,8	7,6	3,6	2,7
PVA	6,4	10,5	13,1	7,6	3,7	2,7
V1	6,5	10,5	13,2	7,8 a	4,0 a	2,9 a
V2	6,3	10,7	12,7	7,4 b	3,3 b	2,6 b
D1	6,3	10,6	13,4 a	7,8 a	4,1 a	2,5
D2	6,3	10,9	13,1 ab	7,6 ab	3,6 b	2,8
D3	6,5	10,4	12,4 b	7,4 b	3,3 b	2,9
F protection	0,26	0,30	0,42	0,03	2,15	0,05
signification protection	63,6	60,8	55,2	86,7	20,2	82,0
F variété	2,58	1,10	2,11	11,69	18,54	4,31
signification variété	11,1	30,1	14,9	0,1	0,0	4,1
F densité	0,85	1,60	4,01	3,77	10,92	1,99
signification densité	43,8	21,0	2,4	2,9	0,0	14,5
F protection x variété	0,18	1,61	2,83	0,15	0,47	1,88
signification protection x variété	67,5	20,8	9,5	70,6	50,2	17,3
F protection x densité	1,28	1,41	0,32	0,37	0,51	3,17
signification protection x densité	28,6	25,4	73,5	69,7	60,8	4,9
F variété x densité	0,03	0,58	1,00	0,00	0,66	1,15
signification variété x densité	96,9	57,1	37,7	99,0	52,5	32,7
F protection x variété x densité	0,02	0,29	1,90	1,36	0,15	0,38
signification protection x variété x densité	98,2	75,6	15,9	26,5	85,9	69,1

Une seule interaction significative entre les modalités étudiées a été notée. Elle concerne les programmes de protection et les densités de plantation pour les valeurs du NAWF au 100^{ième} JAL. Mais les valeurs du critère NAWF étant en moyenne déjà inférieures à 5 au 80^{ième} JAL cette interaction ne présente pas beaucoup d'intérêt.

Dans le nombre de capsules par plant (capsule d'un diamètre supérieur ou égal à celui d'une pièce de 25 F CFA) on n'observe d'effet significatif que pour les densités de plantation au 100^{ième} JAL : plus la densité de plantation augmente plus la charge capsulaire des plants diminue (Tableau 5). En considérant les densités théoriques de plantation, l'effet inverse est

observé de manière beaucoup plus significative pour les nombres de capsules par m² (Tableau 6).

Tableau 5 : résultats des dénombrements de capsules en cours de campagne

	nombre de capsules			
	par plant		par m ²	
	à 80 JAL	à 100 JAL	à 80 JAL	à 100 JAL
PV	38,6	54,5	64,0	87,4
PVA	36,8	56,5	60,4	92,9
V1	36,8	56,3	60,4	91,9
V2	38,5	54,7	64,0	88,5
D1	38,3	59,1 a	31,9 c	49,3 c
D2	38,7	56,5 a	64,4 b	94,2 b
D3	36,1	50,8 b	90,3 a	127,1 a
F protection	4,23	1,11	5,74	3,64
signification protection	9,3	34,1	6,1	11,3
F variété	1,63	0,47	2,89	0,77
signification variété	20,5	50,2	9,2	38,8
F densité	1,40	4,84	256,28	135,34
signification densité	25,4	1,2	0,0	0,0
F protection x variété	0,00	0,08	0,02	0,01
signification protection x variété	94,9	77,2	90,0	92,7
F protection x densité	2,09	1,25	4,32	1,31
signification protection x densité	13,2	29,7	1,8	27,8
F variété x densité	0,42	0,19	0,89	0,28
signification variété x densité	66,8	82,7	42,1	76,3
F protection x variété x densité	0,29	0,80	0,29	1,01
signification protection x variété x densité	75,2	45,8	75,7	37,4

L'interaction significative entre les programmes de protection et les densités de plantation apparue au 80^{ième} JAL dans les nombres de capsules par m², montre essentiellement qu'avec uniquement la plus forte densité de plantation le prolongement de la protection serait profitable. Toutefois à cette date les programmes de protection ne sont pas significativement différents (l'arrêt du deuxième programme intervenant au 90^{ième} JAL) et au 100^{ième} JAL cet effet disparaît.

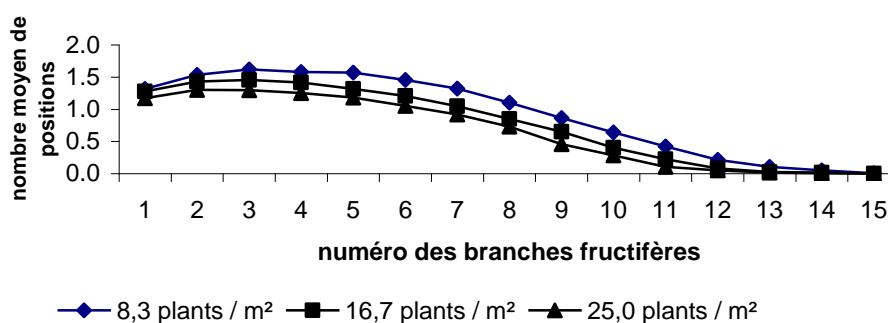
L'examen détaillé des plants à la récolte (Tableau 6) indique que la première branche fructifère apparaît significativement plus tôt sur les plants de la variété à feuilles laciniées et que celle-ci produit significativement moins de branches fructifères par plant. Toutefois malgré ces deux caractéristiques le nombre de nœuds formés sur l'axe principal n'est significativement inférieur pour cette variété qu'à 12,2 %. L'effet de l'augmentation de la densité de plantation se traduit par une diminution significative du nombre de branches fructifères par plant et du nombre de nœuds formés que la tige principale s'accompagnant d'une diminution significative de la taille des plants. Aucun effet des programmes de protection n'a été noté pour ces caractéristiques.

Tableau 6 : caractéristiques des plants à la récolte

	N° du nœud de la 1 ^{ère} branche fructifère	nombre de branches fructifères par plant	nombre de nœuds sur la tige principale	hauteur en cm
PV	6,1	9,1	15,0	54
PVA	5,9	8,8	14,3	52
V1	6,2 b	9,3 a	15,0	51
V2	5,7 a	8,6 b	14,3	55
D1	6,1	9,8 a	15,7 a	57 a
D2	6,0	8,8 ab	14,5 b	52 ab
D3	5,8	8,2 b	13,7 b	49 b
F protection	0,84	1,06	2,53	0,23
signification protection	40,5	35,3	17,1	65,5
F variété	12,38	4,96	2,43	2,33
signification variété	0,1	2,9	12,2	13,0
F densité	1,49	8,65	7,99	3,61
signification densité	23,5	0,1	0,1	3,4
F protection x variété	3,92	0,83	0,42	0,43
signification protection x variété	5,1	37,0	53,0	52,1
F protection x densité	0,89	0,87	1,99	0,86
signification protection x densité	41,8	42,9	14,6	43,4
F variété x densité	1,15	0,19	0,70	0,92
signification variété x densité	32,5	82,7	50,4	40,8
F protection x variété x densité	0,04	0,21	0,10	0,57
signification protection x variété x densité	96,5	81,6	90,5	57,2

L'augmentation de la densité de plantation s'accompagne également d'une diminution du nombre de positions fructifères formées par branches fructifères (Figure 6).

Figure 6 : nombre de positions apparues par branche fructifère



Cet effet est significatif (Tableau 7) à partir de la deuxième branche fructifère jusqu'à la 10^{ième} (les analyses statistiques n'ayant pas pu être entreprises au-delà de cette branche fructifère). Aucun effet des programmes de protection n'est logiquement apparu pour cette caractéristique des plants à la récolte. Mais la variété à feuilles laciniées forme significativement moins de positions par branche fructifère à partir de la 8^{ième} branche fructifère.

Tableau 7 : nombre de positions fructifères apparues par branche fructifère

	nombre de positions fructifères apparues par branche fructifère									
	numéro des branches fructifères									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PV	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5
PVA	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,6	0,4
V1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0 a	0,7 a	0,5 a
V2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	0,8 b	0,6 b	0,4 b
D1	1,3	1,5 a	1,6 a	1,6 a	1,6 a	1,5 a	1,3 a	1,1 a	0,9 a	0,6 a
D2	1,3	1,4 ab	1,5 b	1,4 b	1,3 b	1,2 b	1,0 b	0,9 b	0,7 b	0,4 b
D3	1,2	1,3 b	1,3 b	1,3 c	1,2 b	1,1 b	0,9 b	0,7 b	0,5 c	0,3 b
F protection	0,20	0,66	0,20	0,79	0,01	0,01	0,02	0,34	1,39	1,26
signification protection	67,5	45,8	67,4	41,9	94,5	91,9	90,3	59,0	29,2	31,4
F variété	0,00	0,05	0,26	1,19	0,62	1,79	2,78	4,57	4,62	6,83
signification variété	95,7	81,8	61,8	28,0	44,2	18,4	9,8	3,5	3,5	1,1
F densité	2,74	4,77	8,04	8,91	12,44	12,26	12,79	9,23	9,89	9,89
signification densité	7,3	1,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F protection x variété	0,00	0,10	0,36	0,02	0,49	1,57	2,01	1,69	0,35	0,04
signification protection x variété	95,7	75,2	56,1	89,2	49,6	21,4	15,9	19,7	56,3	83,1
F protection x densité	2,23	2,63	2,06	0,89	2,04	1,62	1,34	0,48	1,26	0,30
signification protection x densité	11,7	8,1	13,6	41,9	13,9	20,6	27,2	62,6	29,1	74,5
F variété x densité	0,51	0,95	1,21	1,48	0,89	0,80	1,79	0,47	0,09	0,07
signification variété x densité	61,0	39,7	30,7	23,7	42,0	46,0	17,5	63,1	91,2	93,5
F protection x variété x densité	0,69	0,09	0,40	0,53	1,29	0,63	0,35	0,67	1,09	0,65
signification protection x variété x densité	50,9	91,6	67,6	59,7	28,5	54,0	71,4	52,3	34,6	53,0

Au niveau des taux de rétention des organes fructifères on ne note d'effet significatif que pour les variétés en considérant toutes les positions apparues sur branches fructifères : la variété à feuilles laciniées ayant les meilleurs taux de rétention (Tableau 8). Par contre lorsque l'on considère les premières positions des branches fructifères 1 à 10, des effets significatifs des densités de plantation apparaissent souvent. Ils se traduisent par une diminution des taux de rétention lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 8). Pour ces mêmes positions la supériorité de la variété à feuilles laciniées semble être due aux meilleurs taux de rétention sur les premières positions des branches 1 à 5 (Tableau 8). L'absence d'effet des densités de plantation sur les taux de rétention globaux, alors qu'en ne considérant que les premières positions des 10 premières branches fructifères l'augmentation de la densité de plantation se traduit par une diminution de taux de rétention, résulte probablement d'une production de sites fructifères par plant plus forte lorsque la densité de plantation diminue (en liaison avec un nombre de branches fructifères par plant et un nombre de sites fructifères par branche fructifère plus élevés) et des très faibles taux de rétention sur les sites supplémentaires apparus lorsque la densité de plantation diminue. Ce résultat confirme des observations antérieures au sein d'études similaires. Enfin, il convient de souligner que les taux de rétention des organes fructifères (quel que soient les sites fructifères considérés) ne sont pas influencés par les programmes de protection mis en œuvre au sein de cette étude. Ils sont d'ailleurs souvent en faveur du programme s'arrêtant au 87^{ième} JAL mais jamais de façon significative.

Tableau 8 : effets des modalités étudiées
sur les taux de rétention des organes fructifères
apparus sur les branches fructifères
(résultats des mapping finaux)

	toutes les positions	première position de branche fructifère							
		1 à 5	6 à 10	1 à 10*	1	2	3	4	5
PV	40,6	67,2	23,8	50,9	58,1	56,3	48,2	39,7	33,0
PVA	43,8	70,0	29,8	55,1	65,9	53,5	50,7	44,9	40,2
V1	39,8 b	66,3 b	27,5	50,1 b	59,1	52,1	47,2	39,6	34,7
V2	44,7 a	70,9 a	25,9	55,9 a	64,9	57,7	51,7	45,0	38,4
D1	43,3	75,4 a	35,2 a	56,0 a	62,4	60,5 a	54,5 a	40,8	a
D2	43,0	69,5 b	25,5 ab	53,2 ab	62,1	56,1 ab	51,2 ab	45,6	38,6 a
D3	40,3	60,3 c	20,1 b	49,6 b	61,5	48,1 b	42,7 b	35,9	30,3 b
F protection	1,12	0,76	2,51	2,72	0,73	0,17	0,87	2,84	1,59
signification protection	33,9	42,7	17,2	15,9	43,6	69,5	39,7	15,1	26,2
F variété	9,84	4,95	0,17	12,39	1,90	2,75	1,41	2,00	1,42
signification variété	0,3	2,9	68,4	0,1	17,1	9,9	24,0	16,0	23,8
F densité	1,53	18,0 8	5,07	5,07	0,02	4,70	3,31	2,89	4,34
signification densité	22,5	0,0	1,0	1,0	98,5	1,3	4,4	6,3	1,8
F protection x variété	2,07	0,06	1,09	0,00	0,79	0,10	0,28	0,09	0,05
signification protection x variété	15,3	80,6	30,3	95,7	38,1	75,6	60,8	76,1	82,8
F protection x densité	2,25	1,89	1,25	0,18	0,34	0,41	0,16	0,24	1,10
signification protection x densité	11,4	16,0	29,6	84,0	71,7	67,3	85,4	78,8	34,2
F variété x densité	0,08	0,39	0,44	0,67	2,61	1,95	0,52	0,81	3,08
signification variété x densité	92,3	68,1	65,3	52,0	8,2	15,1	60,4	45,3	5,3
F protection x variété x densité	0,18	1,80	0,65	0,81	0,31	1,26	0,01	0,48	1,88
signification protection x variété x densité	83,8	17,5	52,9	45,4	74,1	29,3	99,0	63,0	16,2
Transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

* résultats provenant de l'analyse de 6 tronçons de ligne par parcelle

La production de capsules par plant diminue significativement lorsque la densité de plantation augmente mais l'inverse est observé pour la production de capsules par m² en considérant les densités théoriques (Tableau 9). Pour les productions par plant ou par m², on observe une interaction significative entre les programmes de protection et les densités de plantation. Cette interaction indique que l'arrêt du programme de protection a eu globalement un effet significatif et positif, mais uniquement pour la densité de plantation de 16,7 plants par m² (Tableau 10). Aucun effet significatif des modalités étudiées n'a été noté dans la qualité globale de la production évaluée par le taux de capsules entièrement saines (Tableau 9). Toutefois cette qualité diminue légèrement mais significativement lorsque la densité de plantation augmente si on ne considère que la production issue des capsules situées en première position des branches fructifères 1 à 5 (Tableau 9). Mais cet effet est sans incidence sur le poids moyen capsulaire (Tableau 9) pour ces positions fructifères. Dans la répartition de la production à l'échelle des plants, on ne note d'effet significatif que pour l'augmentation de la densité de plantation : plus celle-ci croît plus la part jouée dans la

production par les capsules situées en première position des branches fructifères 1 à 5 augmente (Tableau 9). On remarquera que la participation de ces positions fructifères dans la production est extrêmement élevée au sein de cette étude.

Tableau 9 : production de capsules et production de coton graine

	nombre de capsules		% de capsules entièrement saines		poids moyen capsulaire	part de production
	par plant	par m ²	production globale	premières positions branches fructifères 1 à 5	premières positions branches fructifères 1 à 5	issue des premières positions branches fructifères 1 à 5
PV	4,2	64,2	91,7	93,2	3,0	91,5
PVA	4,5	69,9	92,5	95,4	2,7	90,3
V1	4,3	65,6	91,2	93,2	2,8	89,6
V2	4,4	68,6	92,9	95,4	2,9	92,1
D1	5,5 a	45,4 c	93,5	96,1 a	3,0	86,4 b
D2	4,3 b	71,8 b	92,2	95,1 ab	2,9	89,5 ab
D3	3,4 c	84,1 a	90,3	91,3 b	2,6	95,6 a
F protection	1,57	2,00	0,91	3,11	1,83	0,49
signification protection	26,5	21,6	38,8	13,6	23,3	51,8
F variété	0,21	0,48	1,80	2,24	0,23	0,65
signification variété	65,1	49,7	18,3	13,7	63,8	43,1
F densité	18,47	28,25	2,36	3,46	1,60	3,28
signification densité	0,0	0,0	10,3	3,8	21,1	4,5
F protection x variété	0,00	0,10	0,56	0,67	0,37	0,14
signification protection x variété	96,0	75,0	46,6	42,2	55,5	71,0
F protection x densité	3,26	3,60	0,84	0,04	0,48	0,46
signification protection x densité	4,6	3,4	44,3	96,3	62,6	64,2
F variété x densité	0,25	0,66	0,65	0,64	0,19	2,36
signification variété x densité	78,0	52,8	53,0	53,7	83,1	10,2
F protection x variété x densité	0,35	0,49	0,18	1,45	0,55	0,33
signification protection x variété x densité	71,3	62,4	83,8	24,3	58,4	72,7
Transformation			arcsin √	arcsin √		arcsin √

Tableau 10 : interaction significative entre programmes de protection et densités

	nombre de capsules					
	par plant			par m ²		
	valeurs	classement programme séparé	global	valeurs	classement programme séparé	global
PV D1	5.6 a		a	46.7 b		b
PV D2	3.6 b		b	60.8 b		b
PV D3	3.4 b		b	85.2 a		a
PVA D1	5.3 a		a	44.1 b		b
PVA D2	5.0 a		a	82.8 a		a
PVA D3	3.3 b		b	82.9 a		a

Pour la production de coton graine, des effets significatifs ont été notés pour tous les facteurs étudiés et leurs interactions (Tableau 11). Pour les effets principaux on observe une chute significative de production à la suite d'un arrêt du programme de protection avant le 90^{ième} JAL, des performances de production significativement meilleurs pour la variété à feuilles laciniées et une augmentation significative de la production à la suite d'une augmentation de la densité de plantation.

Tableau 11 : production de coton graine

	rendement en kg/ha
PV	879,8 a
PVA	747,4 b
V1	713,7 b
V2	913,5 a
D1	486,4 c
D2	889,8 b
D3	1064,6 a
F protection	59,36
signification protection	0,1
F variété	101,69
Signification variété	0,0
F densité	298,56
signification densité	0,0
F protection x variété	40,94
signification protection x variété	0,0
F protection x densité	3,37
signification protection x densité	4,1
F variété x densité	62,44
signification variété x densité	0,0
F protection x variété x densité	14,33
signification protection x variété x densité	0,0

Cependant toutes les interactions étant significatives, l'interprétation des effets des facteurs principaux est incomplète. Dans le tableau 12 donnant les classements des différentes combinaisons des niveaux des facteurs étudiés on note que quel que soit le programme de protection la réponse positive à l'augmentation de la densité de plantation est meilleure avec la variété à feuilles laciniées (Figure 7). Avec la densité de plantation vulgarisée (8,3 plants/m²) l'arrêt du programme de protection avant le 90^{ième} JAL a été pénalisant quelle que soit la variété. Par contre il est sans incidence pour les deux densités les plus élevées lorsqu'il s'agit de la variété NTA 93 2 (à feuilles normales) alors qu'il reste pénalisant mais uniquement avec la plus forte densité lorsqu'il s'agit de la variété à feuilles laciniées.

Figure 7 : influences de la densité de plantation sur les rendements en kg/ha

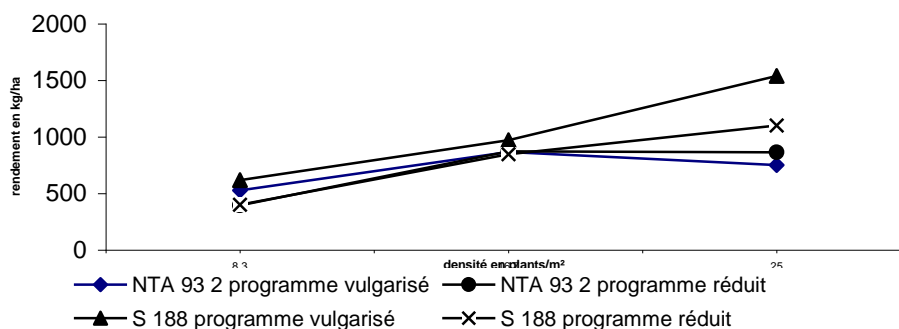


Tableau 12 : rendements en kg/ha pour toutes les combinaisons de niveaux des facteurs étudiés

protection	variété	densité	rdt en kg/ha	classement global
PV	V1	D1	529,7	e
PVA	V1	D1	395,5	f
PV	V1	D2	868,6	c d
PVA	V1	D2	872,2	c d
PV	V1	D3	751,3	d
PVA	V1	D3	864,9	c d
PV	V2	D1	617,9	e
PVA	V2	D1	402,5	f
PV	V2	D2	971,0	c
PVA	V2	D2	847,5	c d
PV	V2	D3	1540,4	a
PVA	V2	D3	1101,6	b

Pour interpréter plus justement les résultats de cette étude il convient de prendre en compte les densités réellement obtenues : pour D1 la densité à la récolte fut en moyenne de 5,0 plants / m² au lieu de 8,3, pour D2 de 9,6 plants / m² au lieu de 16,7 et pour D3 de 14,5 plants / m² au lieu de 25,0.

5 Conclusions et discussion

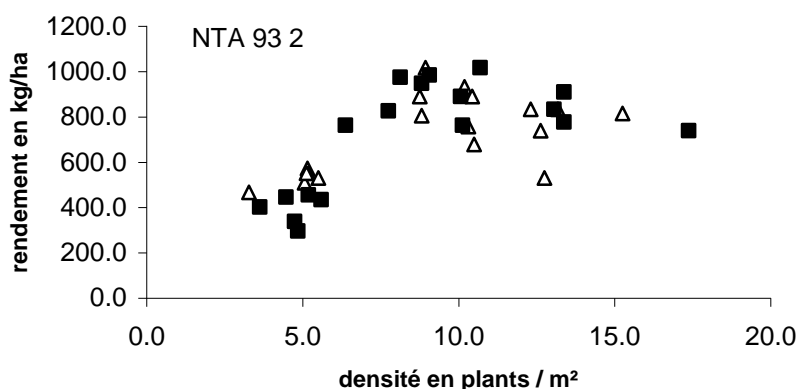
On retrouve dans cette étude la plupart des effets souvent attendus de l'augmentation de la densité de plantation : une diminution des infestations de jassides même si elle n'apparaît significative qu'à 10 %, un ralentissement de la floraison, un raccourcissement du cycle fructifère, une diminution de la taille des plants, du nombre de branches fructifères, du nombre de positions fructifères par branche fructifère, du nombre de nœuds formés sur la tige principale, des taux de capsules entièrement saines (de manière significative uniquement pour les capsules situées en première position des 5 premières branches fructifères) et des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère (au moins pour les 10 premières branches fructifères) qui se traduit par des productions de capsules par plant plus faibles lorsque la densité de plantation augmente (effet significatif à partir du 100^{ième} JAL). Toutefois la production de capsules par unité de

surface augmente positivement en fonction de la densité de plantation (dès le 80^{ième} JAL) entraînant par conséquent l'augmentation de la production de coton graine.

Malgré une apparition plus précoce de la première branche fructifère, l'évolution de la floraison n'est pas plus rapide avec la variété à feuilles laciniées. Par contre son cycle fructifère est plus court au regard de l'évolution du critère NAWF. A la récolte pour cette variété on dénombre significativement moins de branches fructifères et moins de positions par branche fructifère à partir la 8^{ième} branche fructifère. Ces caractéristiques en défaveur de la variété à feuilles laciniées sont compensées par de meilleurs taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère (au moins jusqu'à la 10^{ième} branche fructifère) de sorte qu'on ne note par de différence de production de capsules par plant du 80^{ième} JAL à la récolte entre les deux variétés comparées. Si on observe en faveur de la variété à feuille laciniée une supériorité dans la production de coton graine cela est essentiellement du à sa meilleure réponse à la plus forte densité de plantation. Enfin, cette variété à feuilles laciniées diminue significativement les infestations d'aleurodes en fin de campagne.

Si à l'échelle du plant on ne note pas d'effet dépressif de l'arrêt du programme de protection (nombre de capsules au 80^{ième} JAL à la récolte, taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère et taux de capsules entièrement saines), une différence de production de coton graine est apparue en sa défaveur. Cette contradiction pourrait résulter d'un poids moyen capsulaire de 10 % plus faible bien que cette différence ne soit pas significative. Cependant il est plus probable que l'absence d'effet sur la production de coton graine d'un arrêt du programme de protection soit dépendant à la fois de la densité de plantation et de la variété cultivée. En effet, en prenant en compte les densités réelles obtenues dans cette étude on s'aperçoit avec la variété NTA 93 2 (Figure 8) qu'en dessous de 6 plants par m² l'arrêt du programme de protection s'accompagne d'une perte de production alors qu'au-delà de cette densité l'arrêt du programme de protection serait sans influence.

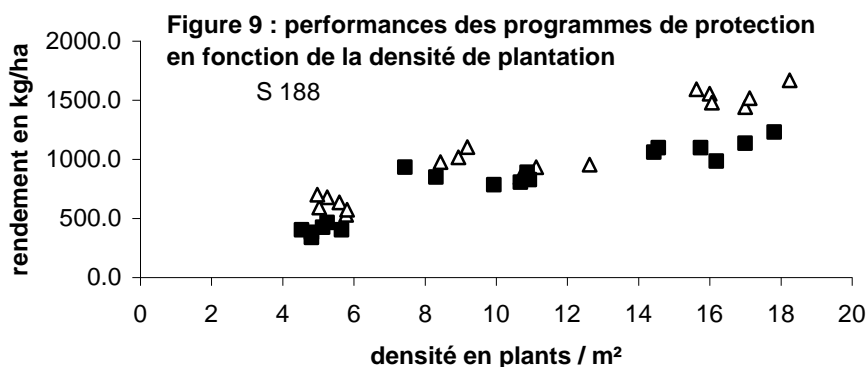
Figure 8 : performances des programmes de protection en fonction de la densité de plantation



△ protection recommandée : 45 - 115 JAL ■ protection réduite : 45 - 87 JAL

Ce résultat, qui confirmerait l'hypothèse d'une possibilité d'arrêt plus précoce des programmes de protection à partir de 6 plants / m², pourrait provenir d'une répartition différente de la production à l'échelle du plant lorsque la densité de plantation est trop faible. Cependant, même avec les densités de plantation les plus faibles, la part jouée dans la production des capsules situées en première position des branches fructifères 1 à 5 reste très élevée au sein cette étude (82,0 % avec la protection recommandée).

Lorsque l'on considère la variété à feuilles laciniées (S 188), l'absence d'effet sur la production de coton graine d'un arrêt précoce de la protection n'est observée qu'entre les densités de 7,5 et 12,5 plants par m². En dehors de cette plage de densités, une perte de production est observée à la suite d'un arrêt plus précoce de la protection (Figure 9).



Δ protection recommandée : 45-115 JAL ■ protection réduite : 45 - 87 JAL

Bien qu'une seule variété ait été étudiée, le caractère feuilles laciniées semble intéressant au Mali. Il permet de mieux valoriser les augmentations de densité de plantation et réduit les infestations d'aleurodes en fin de campagne. Par contre son exigence quant à la qualité de la protection phytosanitaire vis-à-vis d'autres ravageurs semble plus grande. Cette étude mériterait donc d'être reprise en 2005 pour confirmer ces premiers résultats. Par ailleurs l'exploration de la liaison entre protection phytosanitaire et densité de plantation semble nécessaire (quels que soit les caractères variétaux mis en jeu) pour mieux préciser les domaines de validité de l'arrêt plus précoce du programme de protection.

ADAPTATION DES SEUILS D'INTERVENTIONS CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITÉS DE PLANTATION

1 Justification

La protection insecticide de la culture cotonnière au Mali s'oriente de plus en plus vers des interventions sur seuil sensu stricto. Contre les chenilles carpo-phages, le seuil de 5 chenilles pour 25 plants a été établi pour la densité de plantation recommandée soit 8,33 plants / m². Il n'est donc pas certain que ce seuil soit adapté aux fortes densités de plantation (à partir de 16,67 plants / m²). Il convenait alors de vérifier cette hypothèse et de rechercher si nécessaire des seuils d'infestations en chenilles carpo-phages mieux adaptés à ces fortes densités de plantation. L'expérimentation menée en 2003 dans cette optique fut alors reconduite en 2004.

2 Objectifs

Comme en 2003, le premier objectif de cette étude fut de tester l'adaptation aux fortes densités de plantation du seuil d'infestations en chenilles carpo-phages actuellement employé. Le second objectif fut d'évaluer l'intérêt de plusieurs programmes d'interventions sur seuil contre les chenilles carpo-phages (avec de nouveaux seuils) pour sélectionner celui qui apparaîtra le mieux adapté aux fortes densités de plantation. Enfin, le dernier objectif fut d'examiner la nécessité de moduler ces seuils en cours de campagne pour tenir compte des variations au cours du temps des offres en organes fructifères (en quantité et en nature) d'une culture avec une forte densité de plantation.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Un seul facteur a été étudié au sein d'un dispositif en blocs de Fisher à 12 répétitions. Il concernait la protection phytosanitaire de la culture à partir du 45^{ième} JAL et comprenait 4 modalités :

PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL)

SEUIL1 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieur à 5 chenilles pour 25 plants

SEUIL2 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieur à 3 chenilles pour 25 plants

SEUIL3 : interventions avant le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 1 chenille pour 25 plants et après le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 3 chenilles pour 25 plants,

L'endosulfan à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} et l'association cyfluthrine – chlorpyrifos éthyl 18 150 g/ha fut employée par la suite. La parcelle élémentaire comprenait 16 lignes de 10 mètres.

3.2 conditions de culture

Cette étude a été semée le 9 juin sur la sous-station de Farako. En dehors de la densité de plantation qui fut de 16,7 plants / m² (0,4 mètre x 0,3 mètre et 2 plants par poquet) et des modalités étudiées, l'itinéraire technique vulgarisé fut adopté pour la conduite de cette étude.

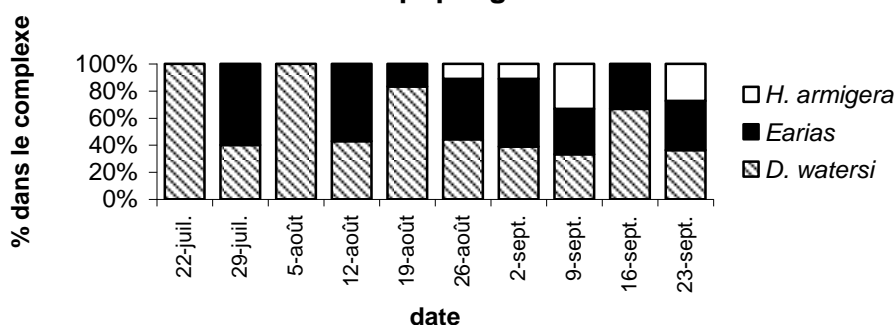
3.3 observations

Les observations réalisées ont porté sur le suivi des infestations de chenilles carpophages, l'examen du développement des plants à la récolte, l'analyse des taux de rétention des organes fructifères à la récolte, l'appréciation de la qualité de la production et l'estimation des rendements.

4 Résultats

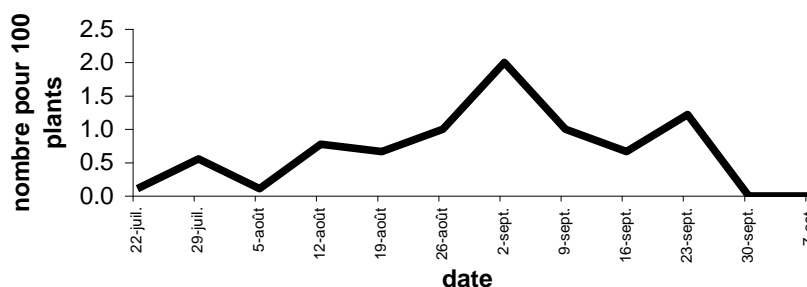
Le complexe des chenilles carpophages a été dominé par *Diparopsis watersi* (Rotschild) et l'espèce *Helicoverpa armigera* (Hübner) a été très discrète tout au long de la campagne (Figure 1).

Figure 1 : importance relative des espèces carpophages



Les niveaux d'infestation de chenilles carpophages n'ont jamais été très élevés au cours de cette campagne (Figure 2).

Figure 2 : dynamique moyenne des infestations de chenilles carpophages



En conséquence peu d'interventions sur seuil ont été réalisées. Elles le furent toujours avant le 90^{ième} JAL et n'ont concerné que les objets SEUIL 2 (pour une seule parcelle) et SEUIL 3 (pour 3 parcelles). A l'exception d'une parcelle qui en reçut deux toutes les autres parcelles n'ont reçu qu'une seule application. Fort logiquement les infestations moyennes enregistrées en chenilles carpophages sur l'ensemble de la campagne reflètent les niveaux de seuils adoptés pour chaque programme de cette étude (Tableau 1).

Tableau 1 : infestations de chenilles carpophages

	nombre par observation pour 100 plants
SEUIL 1	0,97 b
SEUIL 2	0,69 ab
SEUIL 3	0,36 a
F	5,69
signification	1,0

Comme le montrent les observations à la récolte, les plants de cotonniers ne se sont pas beaucoup développés au sein de cette étude : en moyenne moins de 8 branches fructifères par cotonnier qui ne dépasse pas en moyenne 50 cm. Aucun effet significatif des modalités étudiées n'est observé sur ces deux caractéristiques (Tableau 2).

Tableau 2 : développement des plants à la récolte

	hauteur en cm	nombre de branches fructifères
PV	46.7	7.2
SEUIL 1	45.0	7.1
SEUIL 2	48.3	7.6
SEUIL 3	47.0	7.5
F	0.4	0.6
signification	77.8	61.1

Les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère chutent à régulièrement partir de la 3^{ème} branche fructifère. Aucun effet significatif des modalités étudiées n'a été mis en évidence dans ces taux de rétention (Tableau 3). Toutefois pour les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches 6 à 10, le programme de protection vulgarisé et le programme d'interventions sur seuil qui le module en cours de campagne qui ne diffèrent pas entre eux procurent significativement les meilleurs résultats ($F = 5,53$ significatif à 2,4 %).

Figure 3 : taux de rétention de la première position de branche fructifère

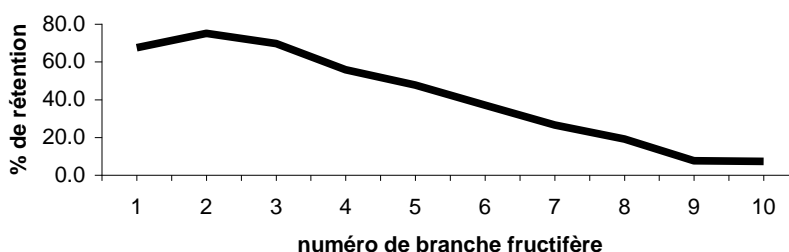


Tableau 3 : taux de rétention (en %) des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère	
	1 à 5	6 à 10
PV	64,4	24,4
SEUIL 1	63,4	19,7
SEUIL 2	63,1	15,4
SEUIL 3	62,9	24,1
F	0,07	2,27
Signification	97,3	9,7
transformation	arcsin $\sqrt{}$	arcsin $\sqrt{}$

Comme le laissait présager le développement des plants, les productions de capsules par plant et de coton graine sont faibles. Aucun effet significatif des modalités étudiées n'est mis en évidence sur ces productions et leurs caractéristiques (Tableau 4).

Tableau 4 : production de capsules et de coton graine

	nombre de capsules par plant	% capsules entièrement saines	rendement en kg/ha
PV	4,5	95,1	539,3
SEUIL 1	4,1	93,7	499,0
SEUIL 2	4,2	94,5	473,8
SEUIL 3	4,2	95,8	495,3
F	0,45	1,00	0,78
signification	72,5	40,6	51,8
transformation		arcsin $\sqrt{}$	

5 Conclusions et discussion

En raison des faibles infestations en chenilles carphophages et des bas niveaux de production au sein de cette étude, tous les programmes d'interventions sur seuil se sont révélés économiquement plus rentables que le programme de protection vulgarisé. La marge dégagée par le programme de protection vulgarisé n'est que de 77 800 F CFA / ha et celle des programmes d'interventions sur seuil en moyenne de 97 000 F CFA / ha. Il n'y a pratiquement pas de différence de rentabilité entre les programmes d'interventions sur seuil car peu d'interventions sur seuil ont été réalisées et peu de différences apparaissent entre eux dans les productions.

Comme pour la densité de plantation vulgarisée, il conviendrait, avec de fortes densités de plantation, d'explorer la liaison entre la rentabilité des programmes d'interventions sur seuil et le potentiel de production d'une parcelle pour préciser leurs domaines de validité. Mais il serait également souhaitable d'entreprendre ces études dans des contextes d'infestations en chenilles carphophages plus variés que ceux connus jusqu'à présent qui sont restés très faibles.

INTÉRÊTS COMPARÉS DE L'ÉTÊTAGE ET DE L'AUGMENTATION DES DENSITÉS DE PLANTATION EN FONCTION DE LA DATE DE SEMIS EN CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI

1 Justification

Avec des semis tardifs, l'augmentation de la densité de plantation à 16,7 plants / m² (soit le double de celle vulgarisée) est apparue au cours des deux dernières années comme une pratique intéressante pour la conduite biologique de la culture cotonnière au Mali. En milieu réel elle a presque toujours entraîné une augmentation significative de la production. A cette stratégie phytosanitaire qui repose en partie sur une élaboration de l'essentiel de la production avant les pics d'infestations de chenilles carpophages de fin de campagne on peut opposer une stratégie qui consisterait à réduire l'importance de ces mêmes pics d'infestation en culture cotonnière par la mise en œuvre d'autres pratiques comme l'étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne qui diminue l'attractivité des cotonniers vis-à-vis de ces ravageurs.

2 Objectifs

L'objectif principal de cette étude conduite de manière biologique a été de comparer ces deux stratégies (augmentation de la densité de plantation et étêtage raisonné des cotonniers) qui limitent l'incidence des pics d'infestations de chenilles carpophages en fin de campagne. L'objectif secondaire était de pondérer les intérêts respectifs de ces deux pratiques en fonction de la date de semis de la culture car pour l'augmentation de la densité de plantation les résultats déjà obtenus en milieu réel ont presque exclusivement concerné des semis tardifs et l'étêtage raisonné des cotonniers n'est peut pas possible avec des semis tardifs.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités comparées et dispositif statistique

Dans un dispositif split plot à 6 répétitions deux facteurs ont été étudiés : le premier facteur concernait la date de semis et le deuxième facteur faisait intervenir trois itinéraires techniques de conduite de la culture cotonnière. L'ensemble de ces modalités est donné dans le tableau 1.

Tableau 1 : modalités étudiées

	date de semis	itinéraires techniques		
			densité	étêtage
A	semis précoce	D1	8,3 plants/m ²	non étêté
B	semis précoce	D2	16,7 plants/m ²	non étêté
C	semis précoce	D1	8,3 plants/m ²	étêté
D	semis tardif	D1	8,3 plants/m ²	non étêté
E	semis tardif	D2	16,7 plants/m ²	non étêté
F	semis tardif	D1	8,3 plants/m ²	étêté

Le premier semis de cette étude qui devait être précoce n'a pu être réalisé que le 5 juillet et le deuxième semis eut lieu 14 jours plus tard. L'étêtage des cotonniers sur les parcelles concernées (toutes les lignes) devait être pratiqué dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère.

La parcelle élémentaire comprenait 10 lignes de 10 mètres espacées de 0,8 mètre pour la densité de plantation de 8,3 plants/m² et 20 lignes de 10 mètres espacées de 0,4 mètre pour la densité de plantation de 16,7 plants/m².

3.2 conditions de culture

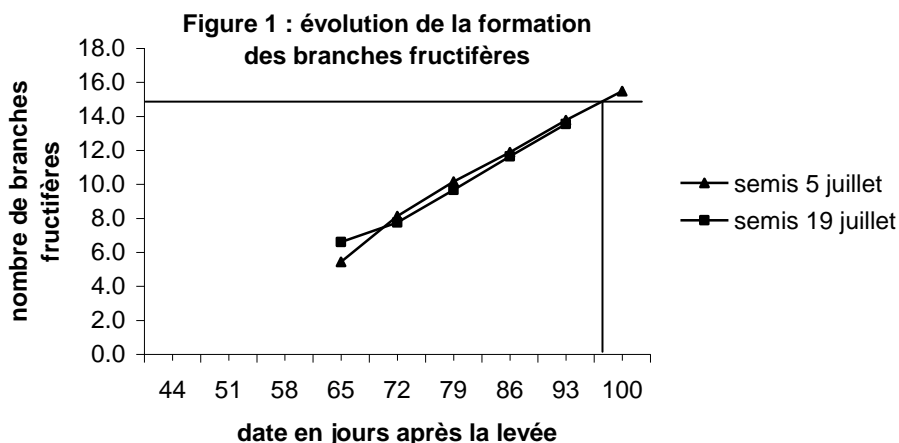
Presque toutes les pratiques culturales en dehors de celles intervenant au niveau de certaines modalités de l'étude (date de semis, densité et écimage) ont été celles recommandées par Helvétas. En particulier la fumure organique a été apportée avant le labour. Toutefois l'étude ne reçut aucune protection faute de disposer des quantités suffisantes en bio-pesticides. La variété cultivée était NTA 93 2.

3.3 observations

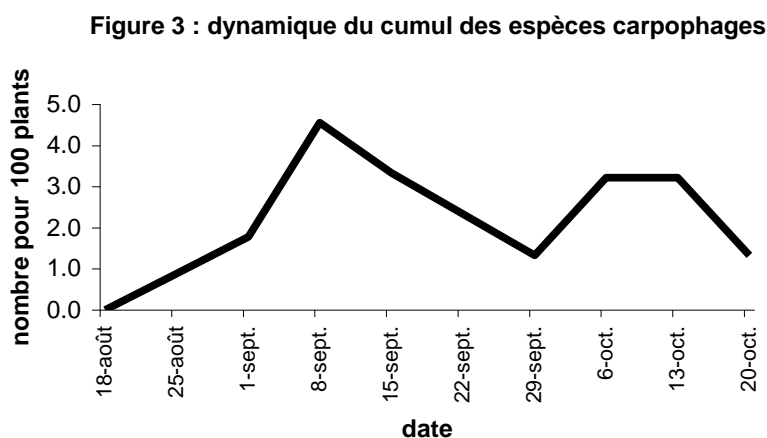
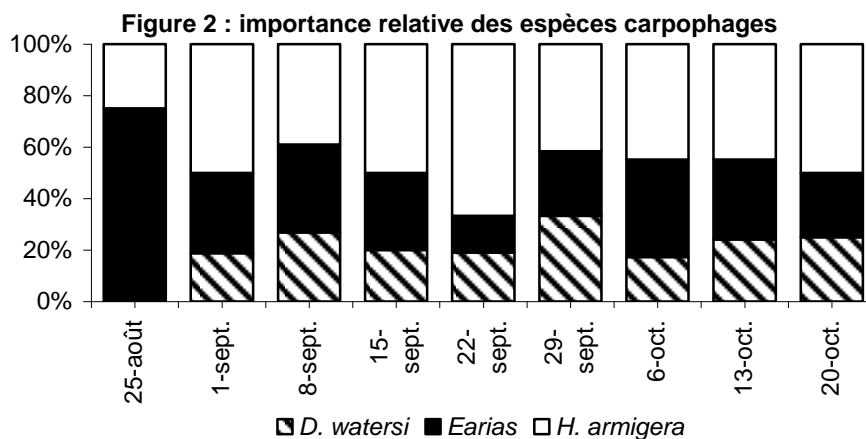
Les observations réalisées ont concerné la dynamique des infestations d'insectes piqueurs suceurs (jassides, pucerons, mirides et aleurodes), celle des chenilles carpophages, l'évolution la formation des branches fructifères, l'importance des abscissions d'organes fructifères, l'évolution de la charge des plants en organes fructifères (boutons floraux et capsules), l'analyse détaillée de la qualité de la production et de sa répartition par plant, le développement des plants à la récolte, le stand et les estimations de rendement en coton graine.

4 Résultats

L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées par cette opération n'a été pratiqué que pour celles semées à la première date et eut lieu très tard (Figure 1) : après le 95^{ème} JAL (soit le 6 octobre).



Sur l'ensemble de la campagne, l'espèce *H. armigera* a été dominante (47,0 % des chenilles dénombrées), mais les deux autres espèces habituellement rencontrées (*D. watersi* et *Earias*) n'en ont pas moins été présentes (Figure 2). Les niveaux d'infestations toutes espèces confondues sont restés en dessous de 5 chenilles pour 100 plants et deux pics d'infestations sont observés : première décade du mois de septembre et première décade du mois d'octobre (Figure 3).



Les parcelles semées le plus tôt ont été significativement les plus infestées par ces ravageurs (Tableau 2). Les parcelles écimées ont hébergé des infestations plus faibles quelle que soit la date de semis mais pas de manière significative (Tableau 2), même en analysant les résultats par date de semis (Tableau 2). L'interaction entre les facteurs étudiés n'est pas significative : $F = 1,04$ significatif à 37,2 %.

Tableau 2 : infestations moyennes par observation de chenilles carpophages

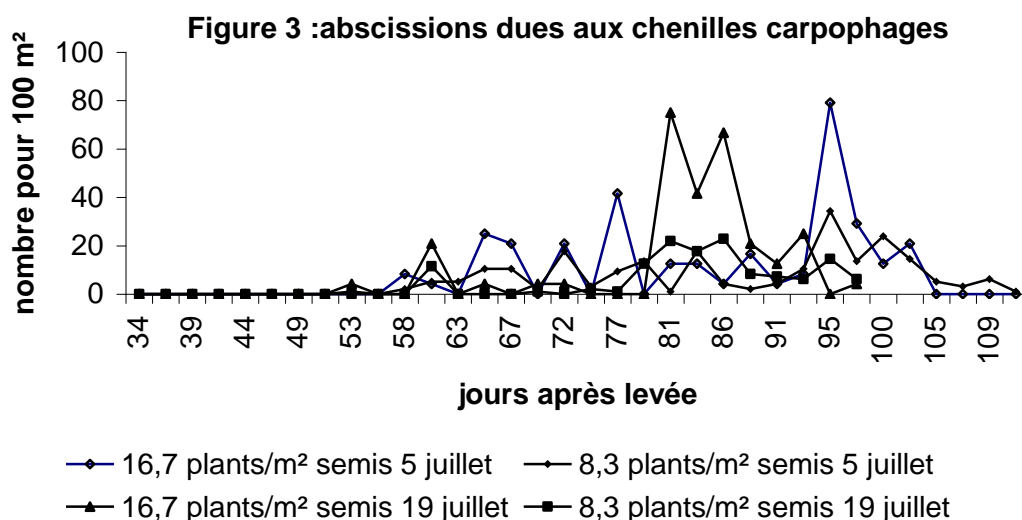
	nb de chenilles carpophages pour 100 plants		
	ensemble de l'étude	semis	
		05 juillet	19 juillet
semis 5 juillet	2,9 b		
semis 19 juillet	1,1 a		
D1 pratiques normales	2,4	4,5	1,5
D2 pratiques normales	2,0	2,7	1,6
D1 écimage	1,3	2,5	1,0
F date de semis	26,72		
signification date de semis	0,4		
F pratiques	2,93	2,58	0,49
signification pratiques	7,5	12,4	63,3
transformation	log		

Les abscissions d'organes fructifères par unité de surface (Tableau 3), dues à ces ravageurs, ont été significativement plus élevées avec la première date de semis mais aussi avec la plus forte densité de plantation alors qu'il n'y pas d'effet de la densité sur les

infestations par plant. Les chutes d'organes fructifères les plus importantes, dues à ces ravageurs, sont par ailleurs enregistrées peu après le deuxième pic d'infestation quelle que soit la date de semis (Figure 4). Le même effet négatif de la plus forte densité de plantation est noté dans l'importance des abscissions par unité de surface non dues aux chenilles carpophages (Tableau 3) mais aucun effet de la date de semis n'est observé.

Tableau 3 : effets des modalités sur les abscissions d'organes fructifères

	nombre d'organes fructifères tombés pour 100 m ²	
	du aux chenilles carpophages	du à d'autres causes
semis 5 juillet	226,7 b	4045,8
semis 19 juillet	139,9 a	3687,5
D1 pratiques normales	130,8 a	3175,0 a
D2 pratiques normales	266,2 b	4810,4 b
D1 écimage	162,4 a	3614,6 a
F date de semis	7,21	1,01
signification date de semis	4,3	36,3
F pratiques	6,70	12,91
signification pratiques	0,6	0,0
transformation	log	



Quelle que soit l'espèce considérée, les infestations moyennes d'insectes piqueurs suceurs, par observation sur l'ensemble de la campagne, ont été significativement plus élevées sur les parcelles semées à la première date que sur les parcelles semées 14 jours plus tard (Figures 4 à 11). Aucun effet significatif des pratiques mises en jeu n'est observé (Tableau 4) même pour les pucerons alors que de fortes différences entre densités apparaissent en début de campagne (Figures 10 et 11).

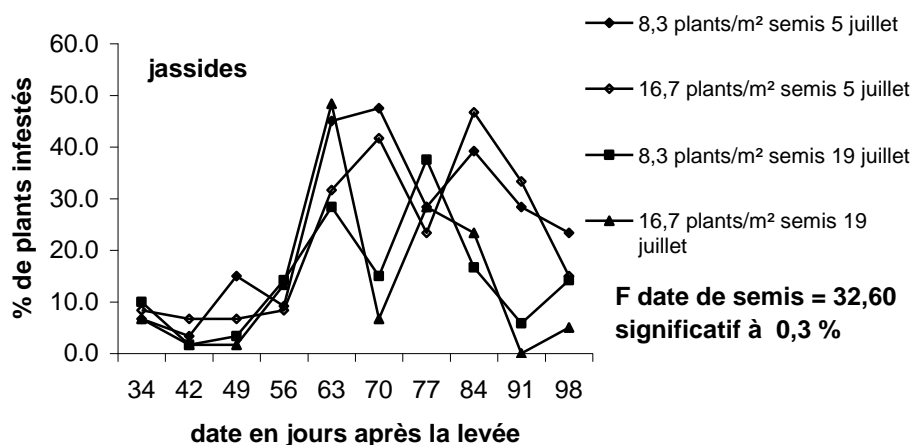


Figure 4 : dynamique des infestations de jassides

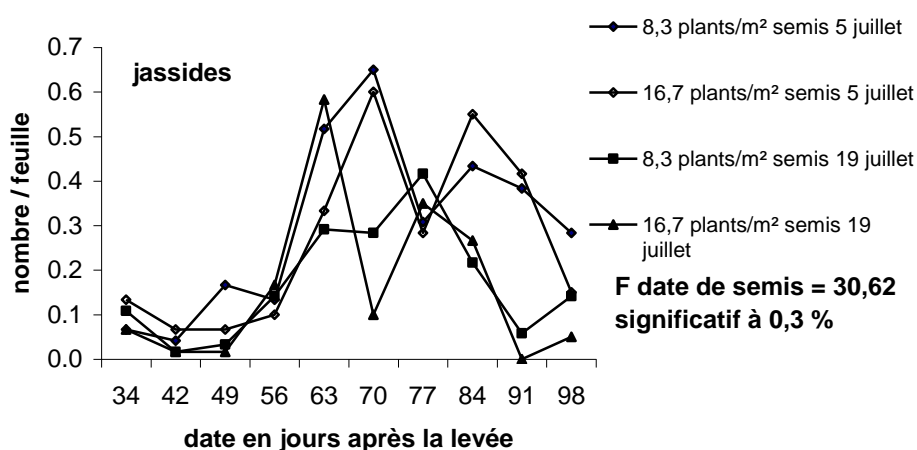


Figure 5 : dynamique des infestations de jassides

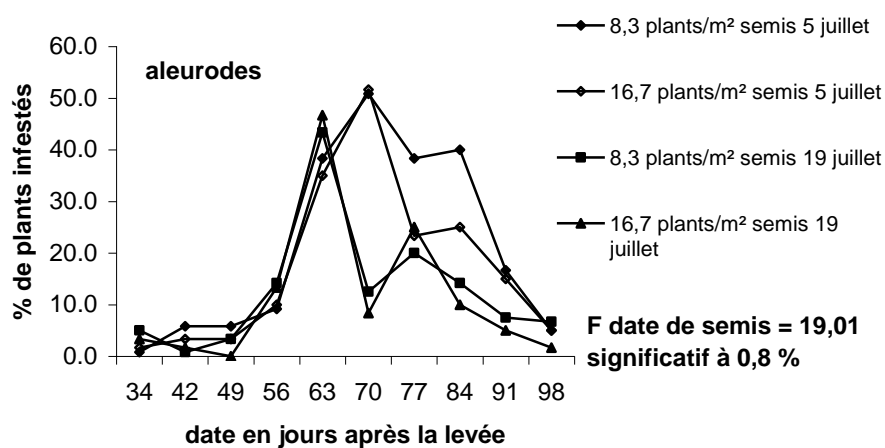


Figure 6 : dynamique des infestations d'aleurodes

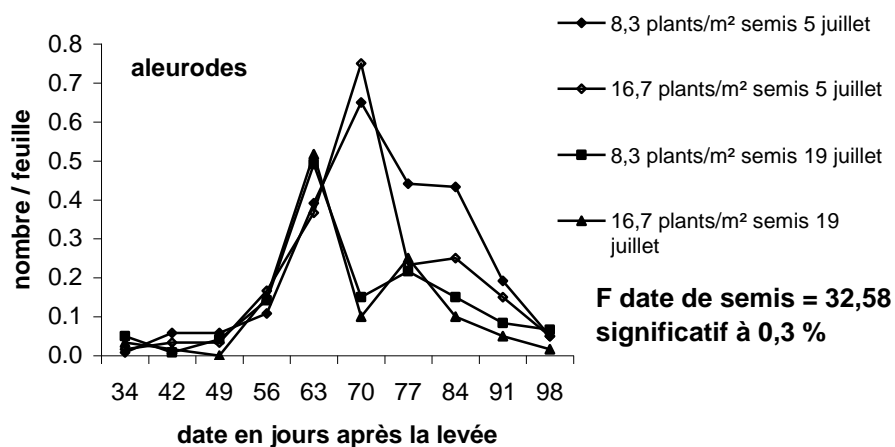


Figure 7 : dynamique des infestations d'aleurodes

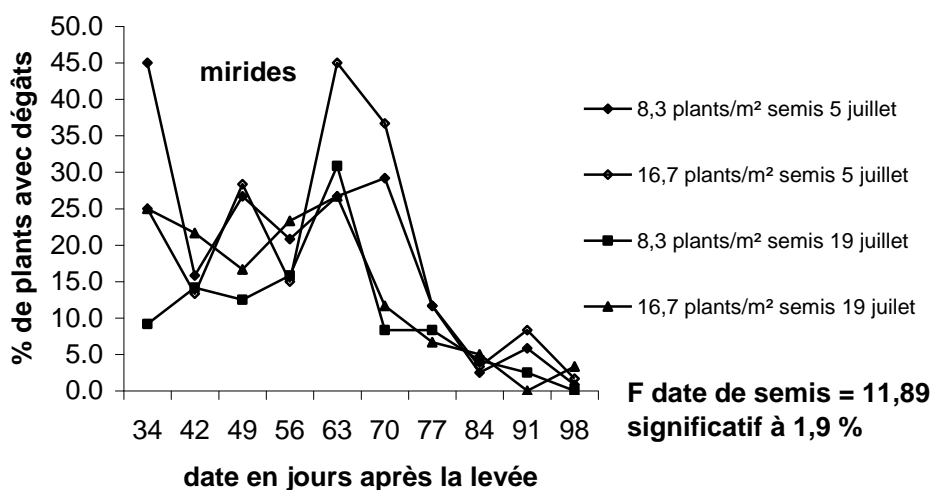


Figure 8 : dynamique des infestations de mirides

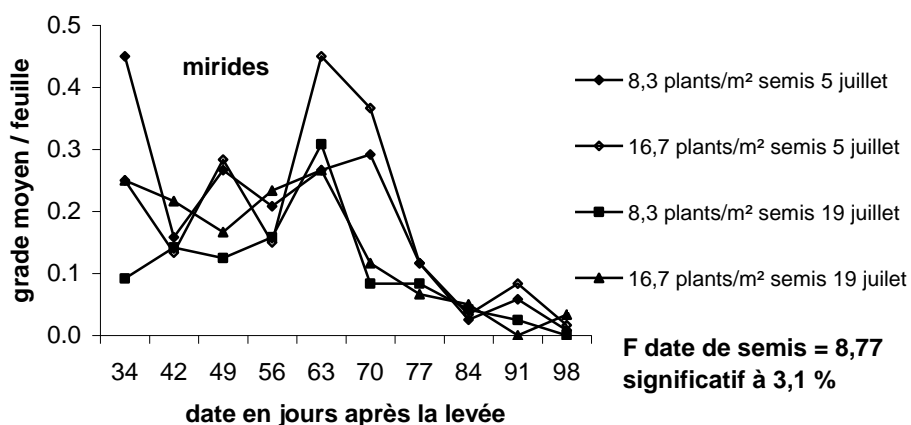


Figure 9 : dynamique des infestations de mirides

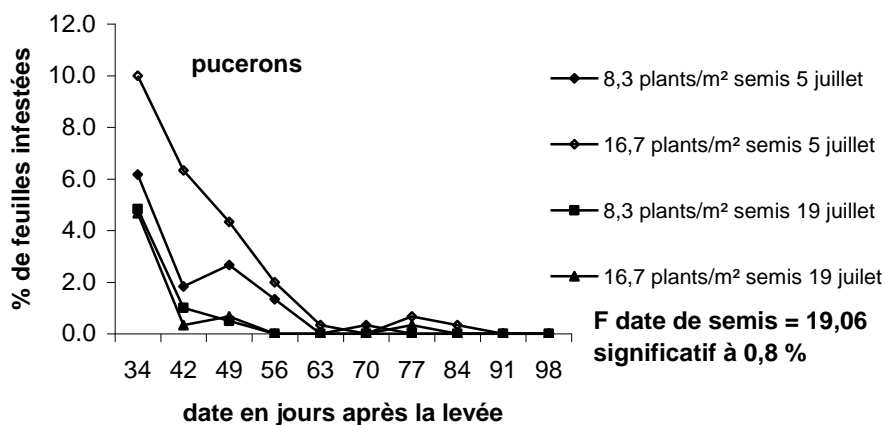


Figure 10 : dynamique des infestations de pucerons

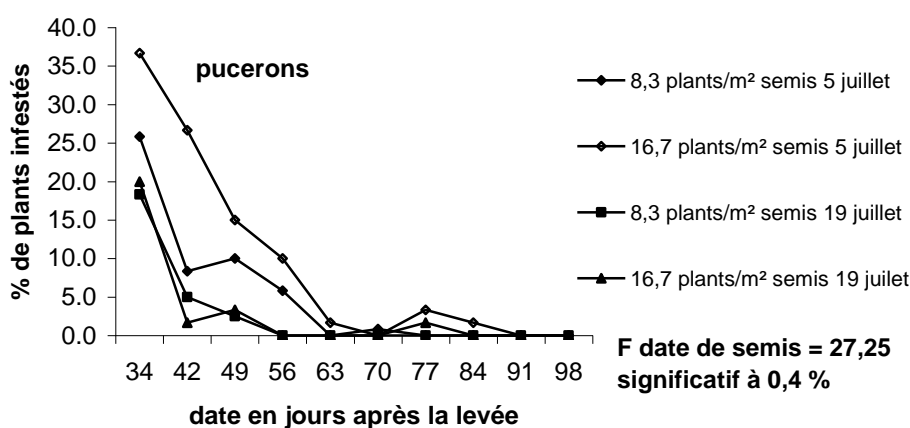


Figure 11 : dynamique des infestations de pucerons

Tableau 4 : infestations moyennes d'insectes piqueurs suceurs par observation

	aleurodes		jassides		mirides		pucerons	
	% plants infestés	nombre par feuille	% plants infestés	nombre par feuille	% plants infestés	nombre par feuille	% feuilles infestées	% plants infestés
semis 5 juillet	19,5 b	0,23 b	23,3 b	0,29 b	18,2 b	0,19 b	1,4 b	5,9 b
semis 19 juillet	12,1 a	0,13 a	14,0 a	0,17 a	10,7 a	0,12 a	0,5 a	2,1 a
D1 pratiques normales	17,8	0,21	21,1	0,27	13,5	0,15	1,0	4,2
D2 pratiques normales	14,0	0,16	17,4	0,22	16,0	0,16	1,1	4,8
D1 écimage	15,0	0,17	17,0	0,20	13,3	0,14	0,5	2,4
F date semis	19,01	32,58	32,60	30,62	11,89	8,77	19,06	27,25
signification date semis	0,8	0,3	0,3	0,3	1,9	3,1	0,8	0,4
F pratiques	1,66	1,68	1,45	1,85	0,58	0,44	1,71	1,74
signification pratiques	21,4	21,1	25,7	18,1	57,3	65,4	20,5	20,1
F date de semis x pratiques	0,46	0,64	0,05	0,09	1,13	0,72	1,02	0,88
signification date de semis x pratiques	64,3	54,5	95,5	91,6	34,3	50,3	37,9	43,2
Transformation	arcsin √		arcsin √		arcsin √		arcsin √	arcsin √

Avec la première date de semis, on peut considérer qu'à partir du 85^{ième} – 92^{ième} JAL, on n'observe pratiquement plus d'évolution de la production de capsules par m² quelle que soit la densité de plantation (Figure 12). L'arrêt de l'évolution de la production de capsules par

m² est un peu plus précoce avec la deuxième date de semis (Figure 12) : aux environs du 80^{ième} JAL. Au 92^{ième} JAL, l'effet de la date de semis est significatif à 2,9 % (14 jours de retard au semis entraînant une perte de 27 % de la production de capsules). Aucune interaction significative n'est observée entre la date de semis et les autres pratiques mises en oeuvre. Avec la première date de semis l'augmentation de la densité de plantation procure une augmentation de 19,4 % de la production de capsules par m² mais elle n'est significative qu'à 9,1 % (contraste). Avec la deuxième date de semis l'augmentation de production due à l'augmentation de la densité de plantation est de 47,0 % mais elle n'est significative qu'à 6,3 % (contraste). Ces résultats (Tableau 5) malgré leur absence de signification confirment les tendances observées au cours des années précédentes mais malheureusement toujours dans des conditions de semis tardif.

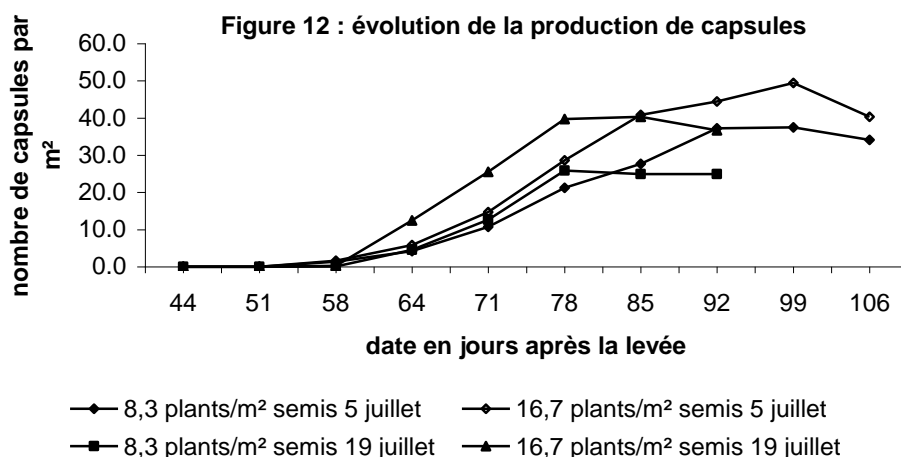


Tableau 5 : charge en capsules au 92^{ième} JAL

	nombre de capsules / 100 m ²		
	Analyse		
	globale	semis 5/7	semis 19/7
semis 5 juillet	39,6 a		
semis 19 juillet	28,8 b		
D1 pratiques normales	30,8	35,4	26,1
D2 pratiques normales	40,6	44,4	36,7
D1 écimage	31,4	39,0	23,8
F date de semis	9,42		
signification date de semis	2,8		
F pratiques	3,81	2,03	2,21
signification pratiques	3,9	18,1	15,9
F date de semis x pratiques	0,50		
signification date de semis x pratiques	62,0		

S'agissant probablement d'une caractéristique variétale, aucun effet des modalités étudiées n'est apparu dans le numéro du nœud de la première branche fructifère (Tableau 6). A la récolte, le développement des plants n'a pas été affecté significativement par la date de semis. Par contre, malgré l'absence d'effet significatif des pratiques étudiées sur le nombre de nœuds formés sur la tige principale, les cotonniers sont toutefois significativement plus petits lorsque la densité de plantation est de 16,7 plants/m² (Tableau 6). L'absence d'effet sur la taille des cotonniers de l'écimage pratiqué sur les parcelles semées à la première date résulte probablement du faible développement des plants (souvent < 75 cm). Le nombre de positions fructifères apparues par plant sur les branches végétatives est significativement plus faible pour la plus forte densité de plantation (Tableau 6). Il en est de même pour le

nombre de positions fructifères apparues par plant sur les branches fructifères (Tableau 6) qui semble également être influencé négativement par l'écimage des cotonniers semés à la première date (Tableau 7).

Tableau 6 : développement des plants à la récolte (ensemble de l'essai)

	numéro du nœud de BF1	nombre de nœuds	hauteur en mètre	nombre de positions sur branches	
				végétatives	fructifères
semis 5 juillet	6,2	16,0	0,64	3,2	15,5
semis 19 juillet	6,2	15,5	0,63	3,0	14,9
D1 pratiques normales	6,2	16,4	0,67 a	3,8 a	17,6 a
D2 pratiques normales	6,3	15,1	0,52 b	1,4 b	13,1 b
D1 écimage	6,1	15,7	0,71 a	4,1 a	14,9 ab
F date de semis	0,3	1,4	0,05	0,0	0,5
signification date de semis	63,8	29,7	83,13	84,2	51,9
F pratiques	0,9	1,4	12,41	6,2	4,0
signification pratiques	42,4	28,0	0,04	0,8	3,4
F date de semis x pratiques	0,2	1,6	1,72	1,3	1,3
signification date de semis x pratiques	79,9	22,9	20,35	28,6	29,8

Tableau 7 : développement des plants à la récolte (première date de semis)

	numéro du nœud de BF1	nombre de nœuds	hauteur en mètre	nombre de positions sur branches	
				végétatives	fructifères
D1 pratiques normales	6,2	17,2	0,68 a	4,5 a	19,2 a
D2 pratiques normales	6,2	14,6	0,48 b	0,8 b	12,0 b
D1 écimage	6,0	16,1	0,74 a	4,4 a	15,4 ab
F pratiques	0,56	2,18	15,47	6,22	7,80
signification pratiques	59,4	16,2	0,1	1,8	0,9

Tableau 8 : développement des plants à la récolte (deuxième date de semis)

	numéro du nœud de BF1	nombre de nœuds	hauteur en mètre	nombre de positions sur branches	
				végétatives	fructifères
D1 pratiques normales	6,2	15,6	0,66	3,1	16,1
D2 pratiques normales	6,3	15,7	0,56	2,1	14,1
D1 écimage	6,2	15,3	0,67	3,9	14,4
F pratiques	0,58	0,13	2,02	1,18	0,31
signification pratiques	58,0	87,7	18,3	34,7	74,3

Sur l'ensemble des positions fructifères apparues au niveau d'un plant les taux de rétention sont significativement meilleurs pour la première date de semis et aucun effet des pratiques n'est observé (Tableau 9). Il en est de même lorsque l'on s'intéresse uniquement aux positions fructifères apparues sur l'ensemble des branches fructifères d'un plant (Tableau 9) qui représentent plus de 80 % de l'ensemble des positions fructifères apparues. Mais cet effet négatif du retard au semis n'est significatif à 5 % qu'au niveau des premières positions des 5 premières branches fructifères (Tableau 9). Pour les premières positions des 5 branches fructifères suivantes cet effet n'est significatif qu'à 10 % (Tableau 9). Au niveau des premières positions des 5 premières branches fructifères, l'augmentation de la densité de plantation est significativement défavorable au taux de rétention des organes fructifères

(Tableau 9) mais cet effet est plus marqué avec la deuxième date de semis (Tableau 10). Au niveau de ces positions et pour cette même date de semis un effet négatif de l'écimage des cotonniers est perceptible même s'il n'est pas significatif (Tableau 10). Au niveau des premières positions des 5 branches fructifères suivantes l'influence significative et négative de l'augmentation de la densité de plantation sur les taux de rétention des organes fructifères ne serait observée que pour la première date de semis (Tableau 9 et 10).

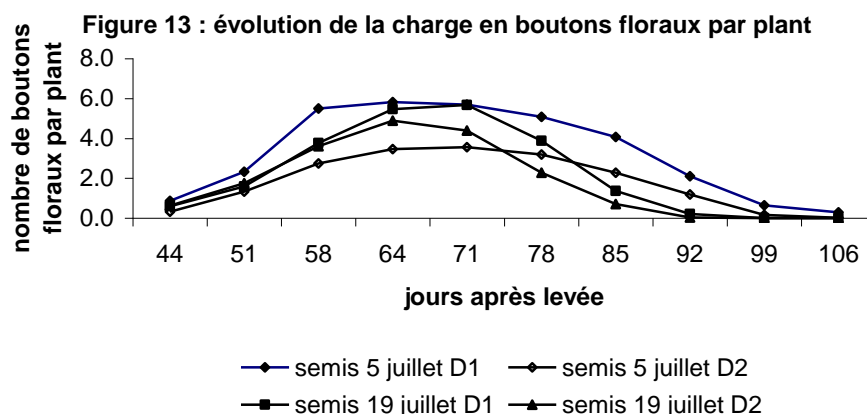
Tableau 9 : taux de rétention des organes fructifères
(analyse de l'ensemble de l'essai)

	taux de rétention des organes fructifères			
	positions fructifères			
	sur toutes branches	sur branches fructifères		
		toutes positions	1 à 5 première position	6 à 10 première position
semis 5 juillet	21,1 a	24.0 a	52.7 a	15.3
semis 19 juillet	15,1 b	17.9 b	42.8 b	7.1
D1 pratiques normales	19,4	22.4	55.7 a	14.5
D2 pratiques normales	16,4	17.9	37.8 b	6.4
D1 écimage	18,3	22.4	49.8 a	12.7
F date de semis	29,59	16.85	12.68	4.10
signification date de semis	0,3	1.0	1.7	9.8
F pratiques	1,46	2.21	7.01	3.35
signification pratiques	25,5	13.4	0.5	5.5
F date de semis x pratiques	1,36	0.43	0.79	4.50
signification date de semis x pratiques	28,0	66.2	47.2	2.4
transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

Tableau 10 : taux de rétention des organes fructifères
(analyses par date de semis)

	taux de rétention des organes fructifères			
	premières positions fructifères sur branches fructifères			
	1 à 5		6 à 10	
	semis 5/7	semis 19/7	semis 5/7	semis 19/7
D1 pratiques normales	57,6	53,7 a	24,4 a	6,9
D2 pratiques normales	45,8	30,2 b	5,0 b	7,9
D1 écimage	54,7	44,9 ab	20,2 a	6,7
F pratiques	2,24	4,81	9,41	0,04
signification pratiques	15,6	3,4	0,5	96,0
transformation	arcsin √	arcsin √	arcsin √	arcsin √

L'existence à la fois d'un effet dépressif de l'augmentation de la densité de plantation sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère et de son absence d'effet au regard des taux de rétention globaux s'explique par la présence d'un nombre d'organes fructifères très sensibles à l'abscission (les boutons floraux), plus faible par plant lorsque la densité de plantation croît (Figure 13). Ce résultat est d'ailleurs confirmé par le nombre de positions fructifères apparues sur les branches fructifères (Tableau 8).



La production de capsules récoltables par plant n'a pas été influencée significativement par la date de semis mais par la densité de plantation (Tableau 11) qui lorsqu'elle augmente la réduit. Par contre le poids moyen des capsules situées en première position des branches fructifères 1 à 5 est significativement plus élevé avec la première date de semis sans aucune influence des pratiques étudiées (Tableau 11). On note toutefois que la pratique de l'écimage augmente ce poids moyen capsulaire (3,66 g contre 3,38 g pour la même densité de plantation et la première date de semis) et que l'augmentation de la densité le diminue mais uniquement pour la première date de semis. L'essentiel de la production provient des premières positions des branches fructifères 1 à 10 (plus de 80 %) et aucune influence significative des modalités étudiées n'est notée dans la répartition de la production à l'échelle des plants (Tableau 11).

Tableau 11 : production par plant

	nombre de capsules récoltées par plant	poids moyen capsulaire première position des branches fructifères 1 à 5	part de production issue des premières positions des branches fructifères	
			1 à 5	6 à 10
semis 5 juillet	3,7	3,28 a	81,9	9,3
semis 19 juillet	2,6	2,66 b	92,0	4,6
D1 pratiques normales	3,8 a	2,97	81,1	11,6
D2 pratiques normales	2,1 b	2,79	94,3	3,7
D1 écimage	3,4 a	3,14	84,9	6,0
F date de semis	3,23	29,08	2,60	1,39
signification date de semis	13,1	0,4	16,6	29,3
F pratiques	7,03	1,09	2,20	1,86
signification pratiques	0,5	35,6	13,5	17,9
F date de semis x pratiques	0,54	2,68	2,61	2,42
signification date de semis x pratiques	59,8	9,1	9,7	11,3
Transformation			arcsin√	arcsin√

Aucune influence des modalités étudiées n'est notée dans les taux de capsules entièrement saines mais pour la production le retard de 14 jours au semis a entraîné une perte significative de 354,2 kg/ha et l'augmentation de la densité de plantation une augmentation de 166,7 kg/ha qui bien que significative n'est pas mise en évidence par le test de Newman-Keuls à 5 % (Tableau 12). En analysant les rendements par date de semis, le gain procuré par l'augmentation de la densité de plantation (de 166,7 kg/ha quelle que soit la date de semis) n'est significatif qu'à 12,0 % à la première date et à 6,9 % à la deuxième date (résultats obtenus par contraste).

Tableau 12 : production et qualité

	% de capsules entièrement saines	rendement en kg/ha
semis 5 juillet	64.3	763.9 a
semis 19 juillet	62.4	409.7 b
D1 pratiques normales	62.8	510.4 a
D2 pratiques normales	62.9	697.9 a
D1 écimage	64.4	552.1 a
F date de semis	0.07	23.06
signification date de semis	79.7	0.5
F pratiques	0.04	3.51
signification pratiques	96.2	4.9
F date de semis x pratiques	1.22	0.04
signification date de semis x pratiques	31.6	96.2
transformation	arcsin√	

Les stands à la récolte ont été respectivement de 6,7 plants/m² pour la densité D1 et de 14,1 plants/m² pour la densité D2.

5 Conclusions et discussion

Cette étude, qui a été conduite dans des conditions de semis tardif, ne permet de répondre que partiellement au deuxième objectif qui lui fut fixé : dans ces conditions seule la pratique de l'augmentation de la densité de plantation permet d'augmenter les productions de coton graine en l'absence de protection contre les ravageurs. Ce résultat qui confirme ceux obtenus au cours des campagnes précédentes, résulte en partie d'une élaboration de la production avant le pic d'infestation en chenilles carpophages de fin de campagne : avec la première date de semis la charge maximale en capsules des parcelles est atteinte dès le 85^{ième} JAL (soit le 29 septembre) et avec la deuxième date de semis dès le 78^{ième} JAL (soit le 6 octobre) alors que le deuxième pic d'infestation de chenilles carpophages se manifeste à partir du 6 octobre. Toutefois c'est avant tout l'effet multiplicateur du nombre de plants par unité de surface qui est responsable de cette augmentation de production à la suite d'une augmentation de la densité de plantation car les infestations de chenilles carpophages, même en fin de campagne, n'ont pas été très élevées.

L'écimage des cotonniers a été réalisé très tardivement avec la première date de semis (au 6 octobre) de sorte que ses effets attendus dans la réduction des infestations de chenilles carpophages ont été atténués et n'ont pu se traduire par une augmentation de la production. Cependant l'écimage des cotonniers a confirmé cette année qu'il pouvait augmenter le poids moyen des capsules participant le plus à la production.

Malgré une implantation tardive, cette étude montre une perte de 25 kg/ha de coton graine par jour de retard au semis. Cet effet résulte de taux de rétention des organes fructifères et d'un poids moyen capsulaire plus faibles car le nombre de positions fructifères apparues n'a pas été influencé par la date de semis. Mais, à moins d'une incidence plus forte avec un retard au semis, les plus faibles niveaux de rétention des organes fructifères ne sont probablement pas dus aux ravageurs car leurs infestations sont faibles quelle que soit l'espèce considérée.

On peut dès à présent considérer comme acquis l'intérêt de l'augmentation de la densité de plantation lorsque les semis sont tardifs en raison des résultats obtenus dans ces conditions

depuis trois campagnes. Cette pratique pourrait être recommandée dans ces conditions. Par contre dans des conditions de semis précoce les avantages de cette pratique restent à évaluer.

Selon les résultats de cette étude, la pratique de l'écimage des cotonniers ne devrait pas être conseillée pour des dates de semis tardives. Cependant, cette pratique a été réalisée relativement tard par rapport au cycle de la plante (après le 90^{ième} JAL) car dans des études précédentes, dans des conditions de semis certes différentes, elle était réalisée plus tôt (aux environs du 80^{ième} JAL). Il n'est pas impossible que l'appréciation, par notre observateur, de l'évolution de la formation des branches fructifères sur la tige principale n'ait pas été très bonne au sein de cette étude. L'intérêt de cette pratique, même pour des conditions de semis tardifs, mériterait donc d'être de nouveau exploré car ses avantages faibles apparus dans la limitation des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne pourraient être plus forts avec une réalisation plus précoce.

ASSOCIATION DE L'ÉTÊTAGE ET D'UNE PLANTE PIÈGE (LE GOMBO) POUR LIMITER LES INFESTATIONS DE CHENILLES CARPOPHAGES EN L'ABSENCE DE PROTECTION INSECTICIDE AU MALI

1 Justification

Au cours des deux dernières campagnes en culture dite conventionnelle, un étêtage (ou écimage) raisonné des cotonniers en cours de cycle (dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère) s'est révélé sans incidence sur la production de coton graine mais a permis de réduire les infestations de chenilles carphages en fin de campagne. Cet avantage phytosanitaire a autorisé la suppression des deux dernières applications insecticides en 2003. Par ailleurs depuis la campagne 2001, en culture biologique comme en culture conventionnelle, l'emploi du gombo comme plante piège de chenilles carphages (essentiellement *Helicoverpa armigera* Hübner) s'est révélé intéressant. Il conviendrait alors peut être d'associer ces deux pratiques (étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne et utilisation du gombo comme plante piège) pour réduire encore plus la pression des chenilles carphages en culture biologique du cotonnier.

2 Objectifs

L'objectif de cette étude a été de vérifier l'intérêt des deux pratiques prises isolément et de leur association pour limiter la pression des chenilles carphages en fin de campagne dans des conditions de culture biologique des cotonniers.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées et dispositif statistique

Deux facteurs ont été étudiés : l'emploi du gombo comme plante piège et l'étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne. Chaque facteur a présenté deux modalités qui correspondent la réalisation ou la non réalisation de la pratique. (Tableau 1). Un dispositif statistique en split plot à 6 répétitions avec pour premier facteur l'emploi ou non du gombo.

Tableau 1 : modalités étudiées

	association coton gombo	étêtage raisonné des cotonniers
A	non	non
B	non	oui
C	oui	non
D	oui	oui

JAL = jour après levée

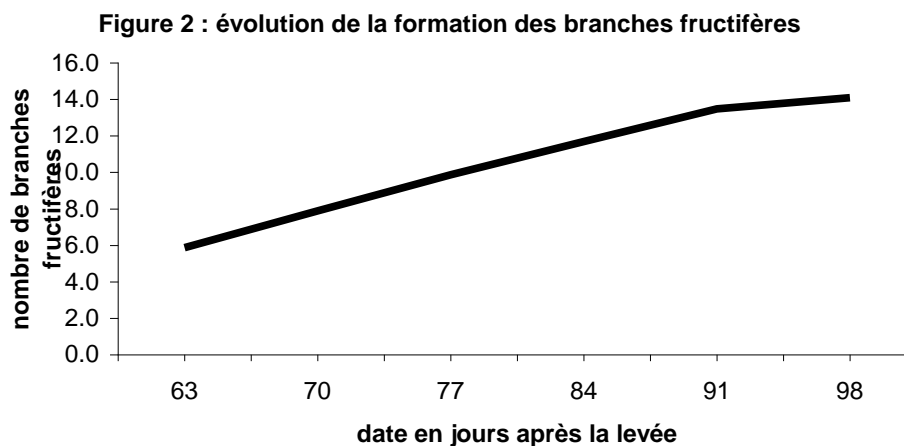
L'étêtage des cotonniers a été pratiqué dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère sur les parcelles concernées. Le gombo a été semé en même temps que les cotonniers dans les parcelles concernées à raison de 2 rangs de gombo tous les 5 rangs de cotonniers.

Chaque répétition de cette étude a respecté le schéma de la figure 1 où les parcelles élémentaires de cotonniers comportent 5 lignes de 10 mètres.

graine. Toutes les observations ont été réalisées sur les lignes centrales de chaque parcelle élémentaire et dans leur partie centrale de 5 mètres de long.

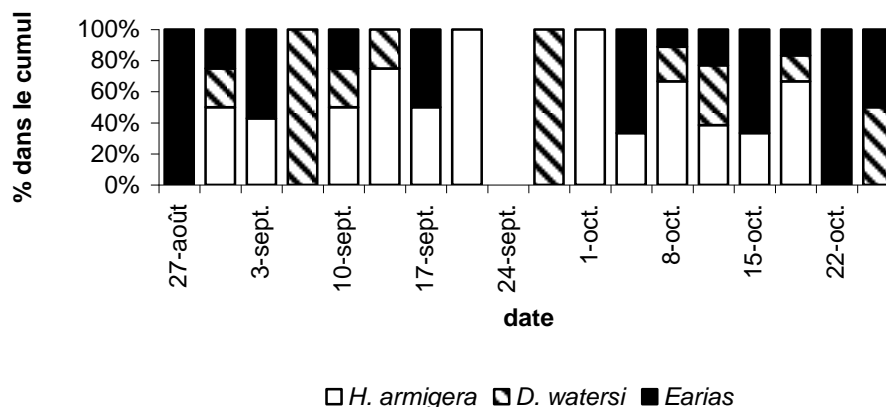
4 Résultats

L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées a été réalisé tardivement le 11 octobre soit après le 95^{ième} JAL (Figure 2).

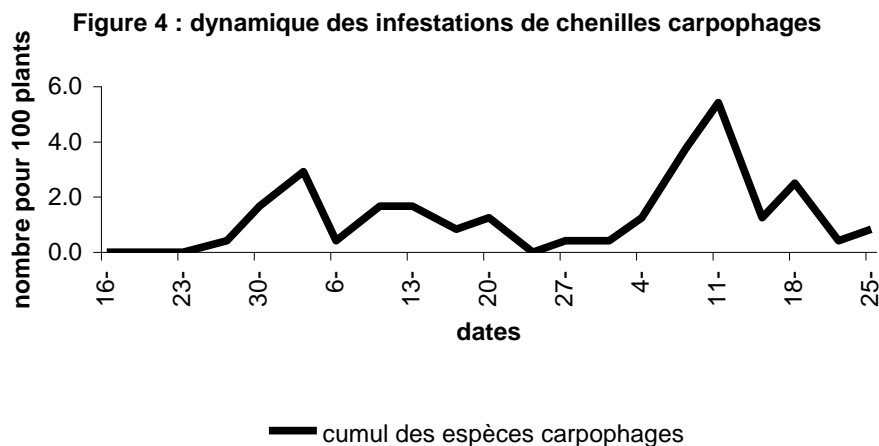


Sur l'ensemble de la campagne *H. armigera* a été l'espèce carpophage dominante au sein de cette étude (49,2 % des chenilles dénombrées). *D. watersi* et *Earias* ont joué un rôle comparable (Figure 3).

Figure 3 : évolution des importances relatives des espèces carpophages



La dynamique des infestations de chenilles carpophages (Figure 4), toutes espèces confondues, a présenté un pic au début de la deuxième décennie d'octobre mais, à l'exception de ce pic, pendant presque toute la campagne les infestations sont restées inférieures à 3 chenilles pour 100 plants.



Peut être en raison de ces faibles infestations aucun effet significatif des modalités étudiées n'a été observé dans les infestations de chenilles carpophages comme dans les dégâts qu'elles provoquent (Tableau 2).

Tableau 2 : effets des modalités sur les infestations de chenilles carpophages et les abscissions d'organes fructifères

	nombre de chenilles carpophages par observation pour 100 plants	abscission pour 100 m ²	
		dues aux chenilles carpophages	non dues aux chenilles carpophages
sans gombo	1,3	143,8	4335,4
avec gombo	1,3	137,5	4093,8
écimé	1,3	125,0	4097,9
non écimé	1,3	156,3	4331,3
F association	0,01	0,02	0,12
signification association	94,1	88,8	74,1
F écimage	0,01	0,43	0,17
signification écimage	93,9	53,2	69,4
F association x écimage	0,14	0,16	0,77
signification association x écimage	71,2	70,2	40,4

S'agissant de la même variété aucun effet des facteurs étudiés n'a été observé dans le numéro du nœud de la première branche fructifère (Tableau 3). Le nombre de nœuds formés sur la tige principale est influencé par l'écimage mais de manière significative qu'à 5,8 %. Par contre cette pratique a réduit significativement la taille des cotonniers à la récolte (Tableau 3). Les nombres de positions fructifères apparues sur les branches végétatives (significatif à 6,1 %) et sur les branches fructifères (significatif à 3,7 %) sont plus faibles lorsque les cotonniers ont été écimés (Tableau 3). Par contre on n'observe aucun effet significatif de la pratique ou non de l'association au gombo dans ces caractéristiques des plants à la récolte (Tableau 3). Il en est de même pour l'interaction entre les deux facteurs étudiés au sein de cette étude (Tableau 3).

Tableau 3 : caractéristiques des plants à la récolte

	numéro du nœud de la première branche fructifère	nombre de nœuds sur la tige principale	taille des cotonniers en mètre	nombre de positions fructifères sur branches	
				végétatives	fructifères
sans gombo	5,8	16,4	0,63	1,7	15,2
avec gombo	5,7	15,9	0,65	1,7	15,0
écimé	5,7	15,6	0,59 b	1,1	13,6 b
non écimé	5,8	16,6	0,69 a	2,3	16,6 a
F association	0,04	0,89	0,08	0,01	0,02
signification association	84,9	39,2	78,4	91,3	88,1
F écimage	0,24	4,48	6,67	4,35	5,67
signification écimage	63,7	5,8	2,6	6,1	3,7
F association x écimage	0,40	2,16	2,13	2,51	2,13
signification association x écimage	54,9	17,0	17,3	14,1	17,3

Le nombre de capsules récoltées par plant a été significativement réduit avec l'écimage des cotonniers (Tableau 4) mais cet effet est surtout manifeste en présence du gombo (interaction significative) comme le montre le tableau 5. Ce résultat pourrait s'expliquer par des taux de rétention en organes fructifères significativement plus faibles pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 (Tableau 4).

Tableau 4 : caractéristiques de la production de capsules à la récolte

	nombre capsules récoltées par plant	toutes les positions	taux de rétention en %		
			positions sur branches fructifères		
			toutes	première position branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
sans gombo	3,1	22,9	25,0	53,3	16,3
avec gombo	3,5	24,6	26,2	54,4	15,1
écimé	2,7 b	23,9	25,3	51,0	10,2 b
non écimé	3,8 a	23,7	25,8	56,6	22,0 a
F association	0,47	0,80	0,31	0,03	0,05
signification association	52,9	41,6	60,5	86,5	82,8
F écimage	14,39	0,02	0,11	1,61	7,19
signification écimage	0,4	88,7	74,8	23,2	2,2
F association x écimage	7,58	0,09	0,37	1,86	0,78
signification association x écimage	2,0	76,4	56,4	20,0	40,3
transformation		arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$

Tableau 5 : nombre de capsules récoltées par plant

sans gombo	écimé	2,9 a
sans gombo	non écimé	3,2 a
avec gombo	écimé	2,5 b
avec gombo	non écimé	4,4 a

Aucun effet des facteurs étudiés n'est noté dans les taux de capsules entièrement saines à la récolte (Tableau 6). Par ailleurs, conséquence probable de taux de rétention plus faibles

l'écimage a réduit de manière significative la part jouée dans la production par les capsules présentes en première position des branches fructifères 6 à 10. A l'inverse celle jouée par les capsules présentes en première position des branches fructifères 1 à 5 a augmenté mais de manière significative à 7,5 % (Tableau 6). En moyenne sur l'étude ces positions fructifères assurent plus de 80 % de la production des parcelles. Enfin dans la production de coton graine à l'hectare aucun effet des facteurs étudiés n'est observé (Tableau 7).

Tableau 6 : qualité et répartition de la production

	% de capsules entièrement saines	part en % dans la production jouée par les premières positions des branches fructifères	
		1 à 5	6 à 10
sans gombo	58,8	86,2	8,3
avec gombo	59,0	86,4	6,1
écimé	56,4	92,0	3,3 b
non écimé	61,5	79,4	12,2 a
F association	0,00	0,00	0,60
signification association	97,2	96,8	47,7
F écimage	0,95	3,88	5,05
signification écimage	35,4	7,5	4,7
F association x écimage	2,44	2,28	1,48
signification association x écimage	14,7	15,9	25,0
transformation	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$	arcsin $\sqrt{\quad}$

Tableau 7 : production et poids moyen capsulaire

	rendement en kg/ha	poids moyen capsulaire première position branches fructifères 1 à 5
		en g
sans gombo	443,1	3,0
avec gombo	506,9	2,9
écimé	487,5	2,9
non écimé	462,5	3,1
F association	0,41	0,03
signification association	55,5	86,6
F écimage	0,25	0,59
signification écimage	63,4	46,6
F association x écimage	0,15	2,00
signification association x écimage	70,7	18,6

5 Conclusions et discussion

Les résultats de cette étude ont été obtenus dans les conditions particulières suivantes : l'implantation a été tardive et la pression en chenilles carpophages, malgré l'absence de protection, n'a pas été très élevée. De plus l'écimage, pratiqué tardivement par rapport à la dynamique des infestations de chenilles carpophages et au cycle de la plante, ne pouvait pas produire les effets attendus. Enfin, la très mauvaise levée des lignes de gombo est probablement à l'origine de l'absence d'effet de l'association du cotonnier et du gombo.

On ne peut donc seulement conclure qu'à propos de l'écimage : dans les conditions dans lesquelles il a été réalisé (semis tardif et tardivement par rapport au cycle de la plante), l'écimage a été sans incidence sur la production mais n'a pas présenté d'intérêt. Cette conclusion rejoint celle émise à l'issue de la première étude.

Il conviendrait de reprendre l'étude de ces pratiques dans de meilleures conditions que celles de la campagne 2004. Il conviendrait en particulier d'attacher un plus grand soin à la qualité des semences de gombo, à leur semis et à la date de réalisation de l'écimage car, comme pour première étude, l'appréciation, par notre observateur, de l'évolution de la formation des branches fructifères sur la tige principale n'a probablement pas été très bonne.